(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)实用新型专利

(10)授权公告号 CN 213751586 U
(45)授权公告日 2021.07.20

(21)申请号 202120068554.0

(22)申请日 2021.01.12

(73)专利权人 杭州智幸科技有限公司
地址 310000 浙江省杭州市余杭区闲林街道闲兴路10-3号1幢204

(72)发明人 徐华平 何志成 王浩波 何子韩 许丽霞

(74)专利代理机构 北京沁优知识产权代理有限公司 11684
代理人 田婕

(51)Int.Cl.
G09B 23/18(2006.01)
G09B 9/00(2006.01)

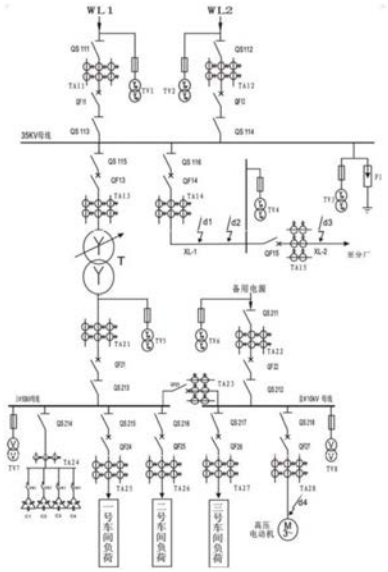
权利要求书1页 说明书5页 附图2页

(54)实用新型名称

一种供配电系统综合实验装置

(57)摘要

一种供配电系统综合实验装置，包括电网进线的一次部分、保护系统电路运行安全的二次部分和采集供电线路参数以监视系统负荷运行状态的监控部分。本实用新型通过进线端的一次部分为整个系统进行供电和配电，其中一路作为后备电源使用，保证了在主线路发生问题时，可以及时替换后备电源，综合了与工厂供电相关的微机线路保护、微机电动机保护、备自投和无功补偿等功能，采用工业现场产品，线路模型和电动机模型都能典型的模拟工厂的现场状况，有利于进行理论分析和数值分析，监控部分采用分层分布式控制方式，组建成控制、保护、测量为一体的综合自动化实训平台，较系统地实现了工厂供电系统的受电、输配电、控制保护等实践技能训练的要求。



CN 213751586 U

1.一种供配电系统综合实验装置,其特征在于:包括电网进线的一次部分、保护系统电路运行安全的二次部分和采集供电线路参数以监视系统负荷运行状态的监控部分;

所述一次部分包括接在电网的一次供配电线路,所述一次供配电线路上设有隔离开关、断路器和变压器,用于调整一次供配电线路的运行方式,所述一次供配电线路的出线端连接负荷,用于给负荷提供电能;

所述二次部分包括设置在所述一次供配电线路上的自动装置、仪表信号单元和转换单元;

所述监控部分包括触摸屏、用于控制系统开关和信号传输的PLC控制器、和用于采集供电线路的电能参数的智能采集模块,所述PLC控制器的数据传输端连接所述触摸屏和智能采集模块,所述PLC控制器的控制端连接负荷,所述PLC控制器采集系统中断路器的状态并传输至所述触摸屏中,通过触摸屏显示负荷运行状态。

2.根据权利要求1所述的一种供配电系统综合实验装置,其特征在于:所述一次供配电线路的进线端电压为35KV和10KV,35KV电压进线端一路降压为10KV给所述负荷、自动装置供电,一路作为备用电源使用。

3.根据权利要求1所述的一种供配电系统综合实验装置,其特征在于:所述一次部分的变压器采用两卷变压器,来模拟总降变压器。

4.根据权利要求1所述的一种供配电系统综合实验装置,其特征在于:所述负荷包括高压负荷和低压负荷,所述高压负荷通过电动机组来模拟,所述低压负荷通过纯电阻、电感来模拟,所述负荷还包括用于散热的风机。

5.根据权利要求1所述的一种供配电系统综合实验装置,其特征在于:所述二次部分的自动装置包括设置在电动机进线端的微机电动机保护装置、设置在系统线路上的微机线路保护装置、无功补偿装置和用于后备电源的备自投装置。

6.根据权利要求5所述的一种供配电系统综合实验装置,其特征在于:所述备自投装置的工作方式包括进线备投方式、母联备投方式和应急备投方式。

7.根据权利要求1所述的一种供配电系统综合实验装置,其特征在于:所述二次部分的仪表信号单元包括模拟仪表、光字指示牌,用于显示电能参数和负荷参数。

8.根据权利要求1所述的一种供配电系统综合实验装置,其特征在于:所述二次部分的转换单元包括状态量的切换开关,用于切换负荷设备的运行状态。

9.根据权利要求1所述的一种供配电系统综合实验装置,其特征在于:所述一次部分、二次部分和监控部分中所用连接导线采用全封闭手枪插型式,其内部为无氧铜制成的股线,插头采用实芯铜质件。

10.根据权利要求1所述的一种供配电系统综合实验装置,其特征在于:所述PLC控制器通过RS485总线连接有上位机,并通过Modbus-RTU协议构建底层监控网络。

一种供配电系统综合实验装置

技术领域

[0001] 本实用新型涉及模拟实训教学技术领域，尤其是一种供配电系统综合实验装置。

背景技术

[0002] 大中院校的电力系统课堂中，需要结合实验与理论进行专业学习，但现在的用于供配电系统教学的实训平台大都缺少相应数据检测传输功能，或存在安全问题，对学生的教学造成阻碍。

实用新型内容

[0003] 本实用新型的目的在于克服现有技术的不足，提供一种可以满足模拟工厂供配电系统的受电、输电、配电、控制及保护等实践技能训练要求的供配电系统综合实验装置。

[0004] 本实用新型解决其技术问题是采取以下技术方案实现的：

[0005] 一种供配电系统综合实验装置，包括电网进线的一次部分、保护系统电路运行安全的二次部分和采集供电线路参数以监视系统负荷运行状态的监控部分；

[0006] 所述一次部分包括接在电网的一次供配电线路，所述一次供配电线路上设有隔离开关、断路器和变压器，用于调整一次供配电线路的运行方式，所述一次供配电线路的出线端连接负荷，用于给负荷提供电能；

[0007] 所述二次部分包括设置在所述一次供配电线路上的自动装置、仪表信号单元和转换单元；

[0008] 所述监控部分包括触摸屏、用于控制系统开关和信号传输的PLC控制器、和用于采集供电线路的电能参数的智能采集模块，所述PLC控制器的数据传输端连接所述触摸屏和智能采集模块，所述PLC控制器的控制端连接负荷，所述PLC控制器采集系统中断路器的状态并传输至所述触摸屏中，通过触摸屏显示负荷运行状态。

[0009] 优选的，所述一次供配电线路的进线端电压为35KV和10KV，35KV电压进线端一路降压为10KV给所述负荷、自动装置供电，一路作为备用电源使用。

[0010] 优选的，所述一次部分的变压器采用两卷变压器，来模拟总降变压器，具有有载调压功能，使学生通过正确的实验操作，能够明了正确的电气投切操作，倒闸操作，投入运行操作以及各种运行方式的调整操作规程。

[0011] 优选的，所述负荷包括高压负荷和低压负荷，所述高压负荷通过电动机组来模拟，所述低压负荷通过纯电阻、电感来模拟，所述负荷还包括用于散热的风机。

[0012] 优选的，所述二次部分的自动装置包括设置在电动机进线端的微机电动机保护装置、设置在系统线路上的微机线路保护装置、无功补偿装置和用于后备电源的备自投装置，二次部分综合了与工厂供电相关的微机线路保护、微机电动机保护、备自投和无功补偿等功能，采用的是工业现场产品，线路模型和电动机模型都能较典型的模拟工厂的现场状况，有利于进行理论分析和数值分析。

[0013] 优选的，所述备自投装置的工作方式包括进线备投方式、母联备投方式和应急备

投方式。

[0014] 优选的，所述二次部分的仪表信号单元包括模拟仪表、光字指示牌，用于显示电能参数和负荷参数。

[0015] 优选的，所述二次部分的转换单元包括状态量的切换开关，用于切换负荷设备的运行状态。

[0016] 优选的，所述一次部分、二次部分和监控部分中所用连接导线采用全封闭手枪插型式，其内部为无氧铜抽丝而成的128股线，质地柔软，护套用粗线径、防硬化化学制品制成，插头采用实芯铜质件。

[0017] 优选的，所述PLC控制器通过RS485总线连接有上位机，并通过Modbus-RTU协议构建底层监控网络，对供配电一次系统进行组态，实时显示主接线的变化，实时采集、显示、存储各类电量参数，对采集的各种电量可生成实时和历史曲线和报表，以利于实验者比较、分析实验数据，监视各断路器位置、保护动作出口状态，能够控制输电线路断路器的跳/合闸，根据采集的母线电量实现对电压、无功的自动调整。

[0018] 本实用新型的优点和积极效果是：

[0019] 本实用新型通过进线端的一次部分为整个系统进行供电和配电，其中一路作为后备电源使用，保证了在主线路发生问题时，可以及时替换后备电源，综合了与工厂供电相关的微机线路保护、微机电动机保护、备自投和无功补偿等功能，采用工业现场产品，线路模型和电动机模型都能典型的模拟工厂的现场状况，有利于进行理论分析和数值分析，监控部分采用分层分布式控制方式，组建成控制、保护、测量为一体的综合自动化实训平台，较系统地实现了工厂供电系统的受电、输配电、控制保护等实践技能训练的要求。

附图说明

[0020] 图1是本实用新型的系统电路示意图；

[0021] 图2是本实用新型的备自投装置的电路接线示意图。

具体实施方式

[0022] 下面将结合本实用新型实施例中的附图，对本实用新型实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述，显然，所描述的实施例仅仅是本实用新型一部分实施例，而不是全部的实施例。基于本实用新型中的实施例，本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例，都属于本实用新型保护的范围。

[0023] 需要说明的是，当组件被称为“固定于”另一个组件，它可以直接在另一个组件上或者也可以存在居中的组件。当一个组件被认为是“连接”另一个组件，它可以是直接连接到另一个组件或者可能同时存在居中组件。当一个组件被认为是“设置于”另一个组件，它可以是直接设置在另一个组件上或者可能同时存在居中组件。本文所使用的术语“垂直的”、“水平的”、“左”、“右”以及类似的表述只是为了说明的目的。

[0024] 除非另有定义，本文所使用的所有的技术和科学术语与属于本实用新型的技术领域的技术人员通常理解的含义相同。本文中在本实用新型的说明书中所使用的术语只是为了描述具体的实施例的目的，不是旨在于限制本实用新型。本文所使用的术语“及/或”包括一个或多个相关的所列项目的任意的和所有的组合。

[0025] 以下结合附图对本实用新型实施例做进一步详述：

[0026] 如图1和图2所示，本实用新型所述的一种供配电系统综合实验装置，包括电网进线的一次部分、保护系统电路运行安全的二次部分和采集供电线路参数以监视系统负荷运行状态的监控部分，一次部分包括接在电网的一次供配电线路，一次供配电线路上设有隔离开关、断路器和变压器，用于调整一次供配电线路的运行方式，一次供配电线路的出线端连接负荷，用于给负荷提供电能。二次部分包括设置在一次供配电线路上的自动装置、仪表信号单元和转换单元。监控部分包括触摸屏、用于控制系统开关和信号传输的PLC控制器、和用于采集供电线路的电能参数的智能采集模块，PLC控制器的数据传输端连接触摸屏和智能采集模块，PLC控制器的控制端连接负荷，PLC控制器采集系统中断路器的状态并传输至触摸屏中，通过触摸屏显示负荷运行状态。一次供配电线路的进线端电压为35KV和10KV，35KV电压进线端一路降压为10KV给负荷、自动装置供电，一路作为备用电源使用，一次部分的变压器采用两卷变压器，来模拟总降变压器，具有有载调压功能，使学生通过正确的实验操作，能够明了正确的电气投切操作，倒闸操作，投入运行操作以及各种运行方式的调整操作规程，负荷包括高压负荷和低压负荷，高压负荷通过电动机组来模拟，低压负荷通过纯电阻、电感来模拟，负荷还包括用于散热的风机。PLC控制器通过RS485总线连接有上位机，并通过Modbus-RTU协议构建底层监控网络，对供配电一次系统进行组态，实时显示主接线的变化，实时采集、显示、存储各类电量参数，对采集的各种电量可生成实时和历史曲线和报表，以利于实验者比较、分析实验数据，监视各断路器位置、保护动作出口状态，能够控制输电线路断路器的跳/合闸，根据采集的母线电量实现对电压、无功的自动调整。

[0027] 进一步，微机线路保护装置具有三段式过流保护、低压闭锁电流保护、单相接地保护、反时限过流保护、过电流前加速、过电流后加速和重合闸等功能，微机电动机保护装置具有电流速断、过电流、电流反时限、零序过流保护、负序电流保护和低电压保护等功能，无功补偿装置能自动追踪电网功率因数并控制电容器组的投切，具有手动和自动投切功能，根据变压器的无功功率进行分相补偿，电容器组循环工作，使每组电容器均匀投运，从而减少电能损耗和电压损失，提高设备的使用效率。

[0028] 进一步，触摸屏对每条线路运行电能电量参数和开关状态量进行实时显示，通过总线把操作命令下传给PLC控制器和微机装置，执行供电线路开关和断路器的遥控，负荷的投退，监视整个系统负荷运行状态，生成负荷运行曲线，对线路故障，电动机故障和功率因数过低都设置告警提示，并按时间顺序保存最新的事件信息或保护动作信息，并能够进行保护定值的远方整定和修改。

[0029] 具体进线端电路连接如图1所示，对于大型工厂及某些电源进线电压为35KV及以上的中型工厂，通常经过两次降压，也就是电源进厂以后，先经总降压变电所(HSS)，其中装有较大容量的电力变压器，将35KV及以上的电源电压降为10KV的配电电压，然后通过10KV的高压配电所(HDS)将电能送到各个车间变电所，也有的经过高压配电所再送到车间变电所(STS)，最后经车间变电所的配电变压器降为一般低压用电设备所需的电压。总降变电所(HSS)有两路35KV电源进线，一路是模拟的架空线路WL1，另一路模拟的是电缆线路WL2。

[0030] 本实施例中进线方案为：一路电源来自发电厂或电力系统变电站，作为正常工作电源，而另一路电源来自临近单位的高压联络线，作为备用电源。总降变电所的出线一路降压之后的10KV到高压配电所，另一路为35KV的邻近的分厂或工厂。高压配电所(HDS)及车间

负荷一路进线为总降变电所过来的电源，做为正常工作电源使用，另一路为来自邻近工厂的电源，做为备用电源使用。它的出线分为七路，其中两路路到测量表计、一路到无功补偿柜、三路为动力出线，一路到10KV模拟高压电动机组。

[0031] 进一步，二次部分的自动装置包括设置在电动机进线端的微机电动机保护装置、设置在系统线路上的微机线路保护装置、无功补偿装置和用于后备电源的备自投装置，二次部分综合了与工厂供电相关的微机线路保护、微机电动机保护、备自投和无功补偿等功能，采用的是工业现场产品，线路模型和电动机模型都能较典型的模拟工厂的现场状况，有利于进行理论分析和数值分析，备自投装置的工作方式包括进线备投方式、母联备投方式和应急备投方式，二次部分的仪表信号单元包括模拟仪表、光字指示牌，用于显示电能参数和负荷参数，二次部分的转换单元包括状态量的切换开关，用于切换负荷设备的运行状态。

[0032] 其中，一次部分、二次部分和监控部分中所用连接导线采用全封闭手枪插型式，其内部为无氧铜抽丝而成的128股线，质地柔软，护套用粗线径、防硬化化学制品制成，插头采用实芯铜质件。

[0033] 且本实施例中的综合实验装置满足国家标准，在实验装置的电源输入端设有电流型漏电器，若控制屏内、外或强电输出有漏电现象，即刻告警并切断总电源，确保实验安全，采用全封闭性安全实验导线避免学生双手模电而造成的触电事故，仪表设有过量程保护功能，交直流电源具有短路保护，控制屏电源由接触器通过启、停按钮进行控制，调压器输出接有高灵敏度的电子线路过流保护和保险丝双重保护功能，相间电源、线间电源过电流或直接短路均能自动保护。本实施例采用操作控制屏加控制柜的方式，固定式结构，操作控制屏为实训一次线路，从上到下依次为总降变电所、高压配电所及车间负荷，控制柜为二次控制回路，装有微机线路保护装置、备用电源自动投入装置、变频器、无功自动补偿控制器、高压电动机微机保护等，整个结构设计既符合人的视觉习惯，又较好地模拟了工业现场，完全符合教科书的要求，同时还减少了教师更换实验模块的工作量。

[0034] 如图2所示为备自投的接线图，备自投，即备用电源自动投入使用设备，本实施例中的备自投适用于110kV及以下电压等级的进线开关，内桥开关及主变两侧开关的自投装置，也可选择带备自投的自适应功能，可集中组屏，也可在开关柜就地安装，备用电源自动投入保护装置的作用是当工作电源消失后，自动地将备用电源投到工作母线上(进线备自投)，以使连接在工作母线上的负荷仍能正常运行；或者是两段进线同时投入运行，当某段PT出现不合格时，则将不合格端PT的进线断路器跳开，随后合上母联开关(母联备自投)。另外，如果当那侧不合格端PT的进线电源恢复时(可通过检测进线电压或者带电显示器的接点)，备自投将自动跳开母联开关，合上该侧进线开关(备自投自适应方式)。

[0035] 具体实施时，系统模拟中型工厂的供配电系统，采用控制屏结构，一次主接线印于铝面板上，由35kV、10kV两个不同的电压等级构成，整个系统有两路35kV进线，其中一路正常供电，另一路作为备用，通过备自投自动切换，35kV母线出线有两路分支，一路送其他分厂，一路经总降变降压为10kV母线的进线电源1供本地使用，为了保证供电可靠性，另加一路电源作为10kV母线的进线电源2。进线电源1和进线电源2互为暗备用，分别给10kVⅠ段母线和10kVⅡ段母线供电，两者也可通过备自投自动切换。为了保证一次线路供电的可靠性，配置了微机备自投，微机线路和微机变压器保护，为了保证高压电动机的稳定运行，配置高压电动机保护，为了提高用电质量，配置无功补偿装置，为了实现自动化控制，配置PC机和

PLC控制器，实现整个系统的“四遥”功能。

[0036] 本实用新型通过进线端的一次部分为整个系统进行供电和配电，其中一路作为后备电源使用，保证了在主线路发生问题时，可以及时替换后备电源，综合了与工厂供电相关的微机线路保护、微机电动机保护、备自投和无功补偿等功能，采用工业现场产品，线路模型和电动机模型都能典型的模拟工厂的现场状况，有利于进行理论分析和数值分析，监控部分采用分层分布式控制方式，组建成控制、保护、测量为一体的综合自动化实训平台，较系统地实现了工厂供电系统的受电、输配电、控制保护等实践技能训练的要求。

[0037] 需要强调的是，本实用新型所述的实施例是说明性的，而不是限定性的，因此本实用新型并不限于具体实施方式中所述的实施例，凡是由本领域技术人员根据本实用新型的技术方案得出的其他实施方式，同样属于本实用新型保护的范围。

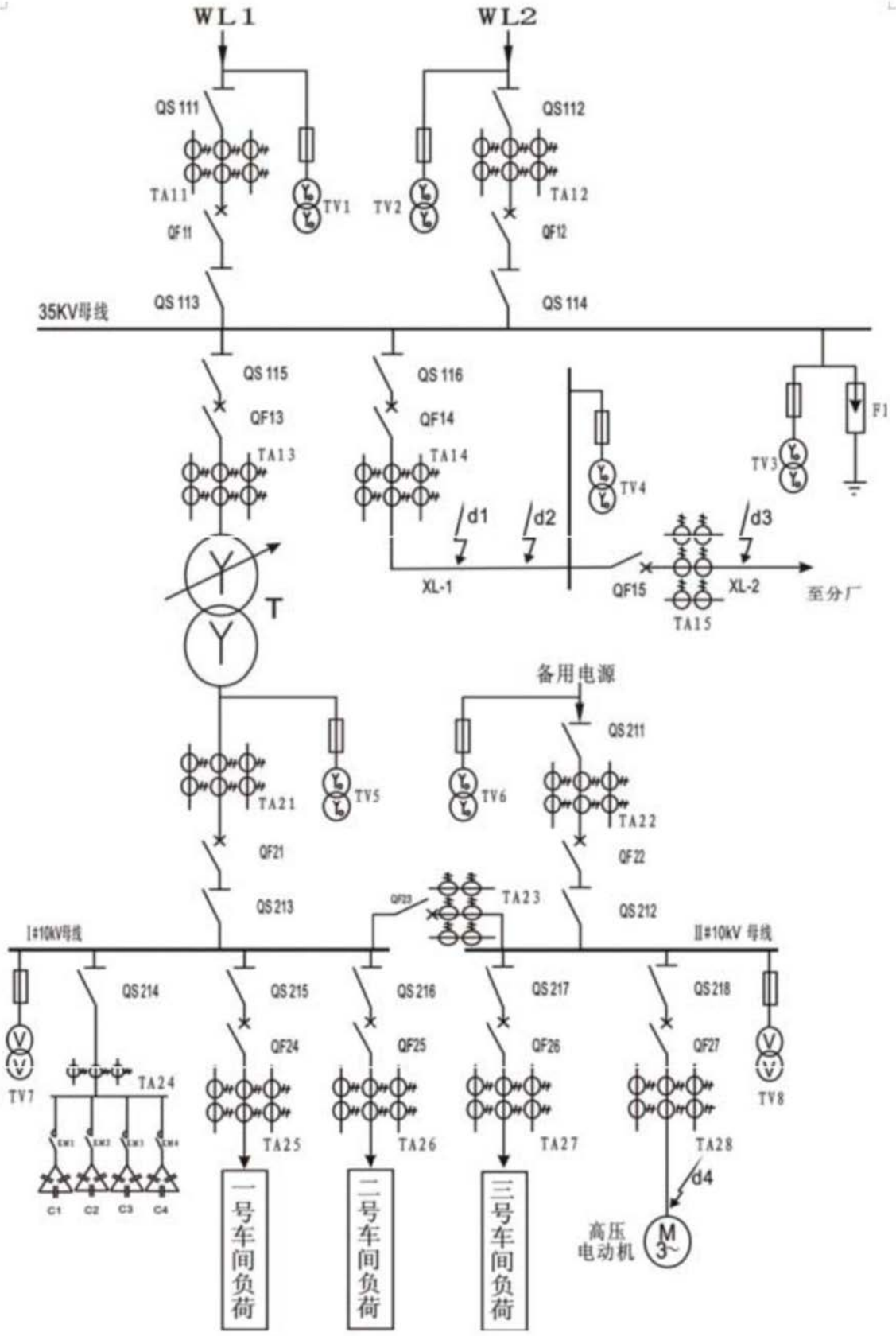

WL1
WL2
QS111
QS112
TA11
TA12
TV1
TV2
QF11
QF12
35KV母线
QS113
QS114
QS115
QS116
QF13
QF14
TA13
TA14
TV4
TV3
F1
d1
d2
d3
XL-1
QF15
XL-2
至分厂
TA15
T
备用电源
QS211
TA21
TV5
TV6
TA22
QF21
QF22
QF23
TA23
QS213
QS212
Ⅰ#10kV母线
Ⅱ#10kV 母线
QS214
QS215
QS216
QS217
QS218
TV7
TV8
QF24
QF25
QF26
QF27
TA24
TA25
TA26
TA27
TA28
d4
C1
C2
C3
C4
一号车间负荷
二号车间负荷
三号车间负荷
高压电动机
M
3~

图1

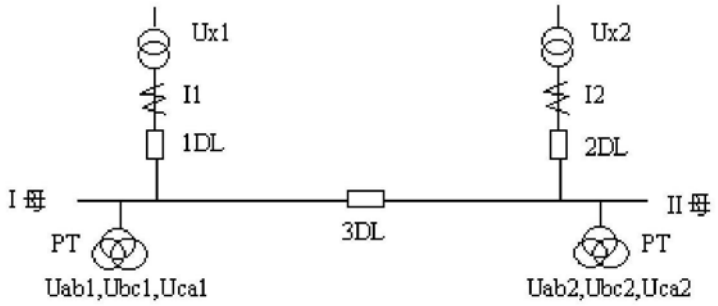

Ux1
I1
1DL
Ux2
I2
2DL
I母
II母
3DL
PT
PT
Uab1,Ubc1,Uca1
Uab2,Ubc2,Uca2

图2