

# 校园配电系统的智慧化设计

韦仕庆

广西自然资源职业技术学院 广西 南宁 532199

**摘要:** 高校的供电系统一般与主体建筑同期建设,系统设计多趋于简单化,存在着设备选型滞后、安全隐患多、智能化程度不高等问题,在一定程度上制约了智慧校园的功能发挥。本文结合某职业学院校园供电网络的改造,针对校园配电系统智能化的应用进行研究和探讨。

**关键词:** 配电系统;智慧化;设计

## 1 校园智能配电系统的设计

### 1.1 负荷统计及预测

#### 1.1.1 负荷等级确定

一级负荷:本校的消防系统已纳入市政消防系统,原配置的应急消防柴油发电机组转为应急备用电源。

二级负荷:带有消防电梯的行政综合楼、设置银行用电设备的商业街、设置有医院急诊室用电设备的后勤综合楼、保卫处用电设备、食堂厨房用电及教学楼照明等,二级负荷的供电系统,应由两线路供电,必要时采用不间断电源(UPS)。

三级负荷为不属于前两级负荷,如路灯、景观照明等,对供电无特殊要求。

#### 1.1.2 负荷统计及预测<sup>[1]</sup>

高校用电符合应以远期生源规划和最终预测用电量作为设计基础数据。

##### (1) 需用系数法

采用需用系数法时,先将用电设备按类分组,并算该组用电设备的设备容量 $P_e$ 即可算得设备的计算负荷:

$$P_c = K \times P_e$$

无功计算负荷:

$$Q_c = P_c \times \tan\theta$$

视在计算负荷:

$$S_c = \sqrt{P_c^2 + Q_c^2}$$

表1 负荷统计表

用电负荷	Pe/W	Kx	Pc/W	Kd	cosθ	tanθ	Sc/kVA	负荷等级
#4教学楼	169200	0.6	101520	0.9	1	0	91368	二
#5教学楼	169200	0.6	101520	0.9	1	0	91368	二
.....								
合计	4663020		2926492				2836492	

#### (2) 单位面积法

表2 负荷统计表

用电负荷	建筑面积/m <sup>2</sup>	平均负荷密度/W/m <sup>2</sup>	Pe/W	Kd	cosθ	tanθ	Sc/kVA	负荷等级
#4教学楼	5640	20	112800	0.9	1	0	101520	二
#5教学楼	5640	20	112800	0.9	1	0	101520	二
.....								
合计			2984760				2419298	

#### (3) 预测结果及分析

**通讯作者:** 韦仕庆, 出生年月: 1970年04月, 民族: 壮族, 性别: 男, 籍贯: 广西南宁市青秀区, 单位: 广西自然资源职业技术学院, 职位: 教师, 职称: 高级工程师, 学历: 本科, 邮编: 532199, 研究方向: 电气自动化。

表3 负荷统计结果对比表

预测方法	额定负荷			计算负荷		
需用系数法	Pe = 2926492W			Pc = 2836492W		
	东区	南区	西区	东区	南区	西区
	1360520	1248500	317472	1100472	1053075	207420.6

续表:

预测方法	额定负荷			计算负荷		
单位面积法	Pe = 2984760W			Pc = 2419298W		
	东区	南区	西区	东区	南区	西区
	1394200	1242600	347960	1139170	1048010	232118
加权平均值 ×1.1	Pe = 3251189W			Pc = 2661228W		
	东区	南区	西区	东区	南区	西区
	1515096	1370105	354988	1231803	1155598	241746

单位面积法由于负荷密度取值弹性较大,统计结果稍偏大,但总体结果与单位面积法相差不大,负荷统计结果真实合理。考虑到未来5年学院扩招以及用电设施的更新换代,本次设计取加权平均值并按1.1系数予以修正。

### 1.2 供电范围和变压器容量

#### 1.2.1 供电范围划分

校园占地约1800亩,总体呈不规则长方形,东西长1300米,南北880米,跨度均已超出0.4kV输电线路经济供电半径,为便于实现就近供电,根据用电负荷分布及校园地形可划分为东部、南部和西部供电区,各供电区分别设置配电站,其中南部配电站作为校园供配电系统的自动化主站,与供电部门开展业务联络。

#### 1.2.2 配电变压器容量选择

考虑到东区和南区负荷较大,宜设置双配变供电,正常时负载率按85%,一台故障检修另一台带全部负荷的60%(或全部二级负荷)计算。西区负荷小,设置单台配变。

东区:选择2台配变容量:2×800kVA

南区:选择2台配变容量:2×800kVA

西区:选择1台配变容量:315kVA

#### 1.2.3 电源进线导体选择

按单回线路满足全部配电容量60%计算,约2109kVA,取经济电流密度为0.9A/mm<sup>2</sup>(Tmax > 5000h),送出线路导线截面为:

$$S = \frac{W}{\sqrt{3} \times U \times J} = \frac{2109}{\sqrt{3} \times 10.5 \times 0.9} = 128.85 \text{mm}^2$$

式中:W——线路输送功率(kVA)

U——线路额定电压(kV)

J——经济电流密度(A/mm<sup>2</sup>)

导线截面选取绝缘钢芯铝绞线JKLGYJ-150mm<sup>2</sup>,持续输送容量为7700kVA,可满足电力输送需求;进线电缆选用阻燃电缆ZR-YJV22-8.7/15-3×185,其载流量为370A,电缆热稳定要求的最小截面为95mm<sup>2</sup>,满足要求。

热稳定校验公式

$$S_{\min} \geq \frac{I_d \sqrt{t}}{C} \times 10^3 = 95 \text{mm}^2$$

(公式中,S<sub>min</sub>为最小截面,I<sub>d</sub>为热稳定电流,t为保护动作时间+断路器开断时间,C为电缆的热稳定系数)

### 1.3 接入系统方案

#### 1.3.1 接入系统方案

距校区较近的公用变电站有110kV城南变电站(8.2km)和35kV水泥变(6.5km)。本校区处于两座变电站中间偏北区域,位于两座变电站的10kV供电范围内,结合片区供电网络,设计拟定两个接入系统方案:

方案一:10kV本期出线2回,新建双回同塔线路接入110kV城南变,线路长度2\*8.5km。

方案二:10kV本期出线2回,1回接入110kV城南变,线路长度1\*8.5km;1回T接于10kV水泥-新都街线8#塔,新建线路1.0km,更换导线LGJ-2403.8km。

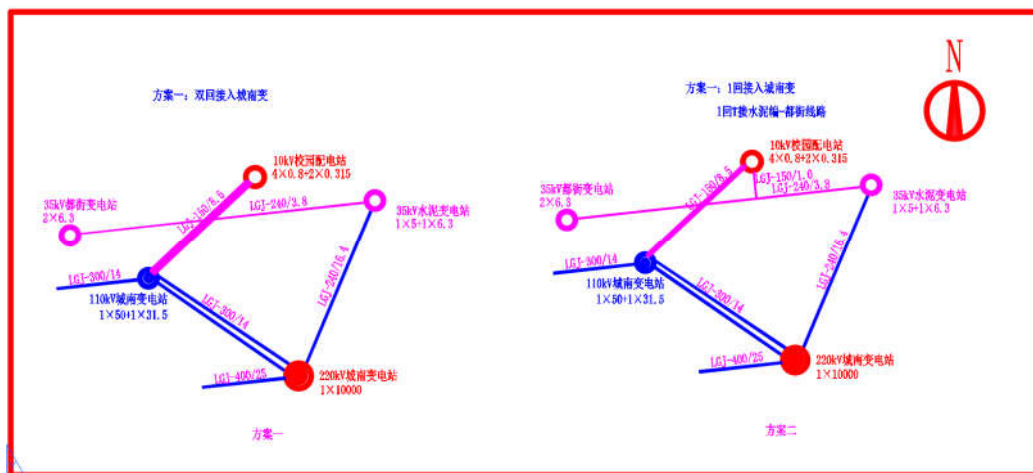


图1 接入系统方案示意图

## 1.3.2 接入系统方案比较

## (1) 经济性比较

表4 方案经济比较表

单位: km、万元

序号	项目	方案一		方案二	
		规模	投资	规模	投资
1	建设规模	新建线路: 2×8.5 新建间隔: 2个	203	新建线路: 1×9.5 改造线路: 1.0	175
2	差价	32			

## (2) 技术性比较

供电可靠性: 方案一电源取自同一座公用变电站, 电源点单一, 公用变电站母线故障检修将导致全部负荷失电, 方案二分别取自不同的电源点, 供电可靠性高于方案一。

方案实施性: 方案一均为新建线路, 施工建设不涉及停电, 施工较为便利, 方案改造旧线时需进行负荷转移。

潮流合理性: 两个方案的线路潮流均比较适中, 无

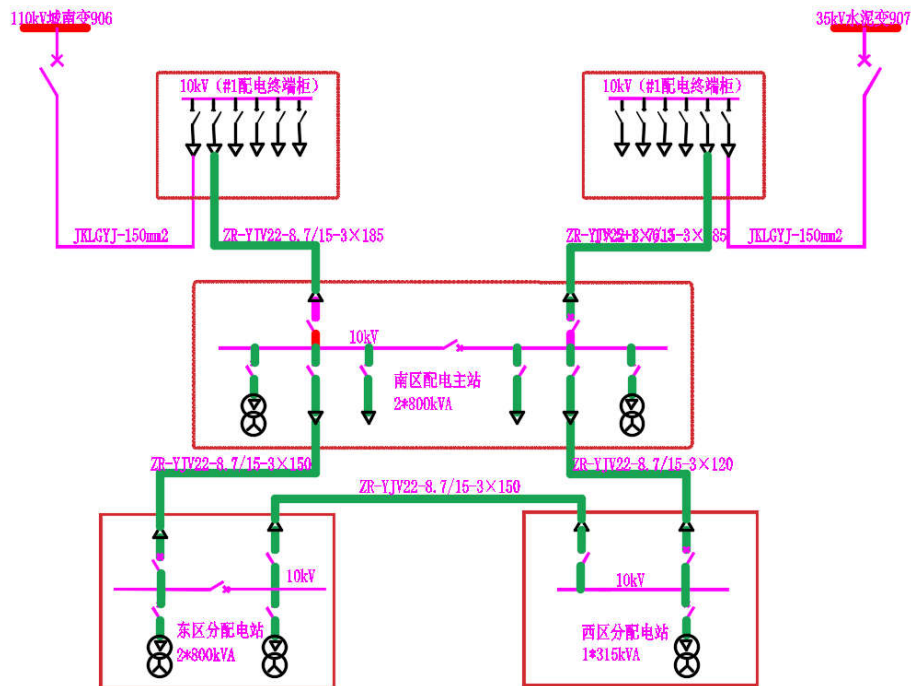
过载, 但110kV城南变电站目前备用间隔少, 且目前变电站负荷较重, 不利于后期负荷发展。

综上所述, 方案二在施工难度稍大于方案一, 但在潮流合理性、供电可靠性上、投资经济性高于方案一, 故本校区的供电接入系统方案建议推荐方案二。

## 1.4 主要电气设备选择

## 1.4.1 电气主接线

配电站采用10/0.4kV两个电压等级, 南区配电站便于外线电源进出, 设为自动化主站, 出线2回, 配置备自投装置互为热备用, 10kV母线采用单母分段接线; 东区配电站10kV采用单母分段接线, 西区配电站10kV采用单母线接线; 0.4kV采用单母线分段接线, 低压配电屏分成两段低压母线, 每台配变各带一段母线, 正常时分列运行, 重要负荷分别从两段母线双回路供电。0.4kV系统备自投功能由智能供电系统本身完成。0.4kV配电系统局部采用树枝型配线, 整体采用辐射型及混合型供电接线方式。



## 1.4.2 变压器参数

东、南区配电站4台配变: SCB11型, 800/10kV, 10.5±2X2.5%/0.4kV, Ud% = 6%, D, yn11;

西区配电站配变: SCB11型, 315/10kV, 10.5±2X2.5%/0.4kV, Ud% = 6%, D, yn11。

## 1.4.3 配电站电气设备的选择:

10kV侧: 选用高压环网开关柜, 采用全封闭隔板的柜体, 进出线方式为下进下出。

0.4kV侧: 低压开关柜均采用固定间隔式开关柜, 采用全封闭隔板的柜体, 低压开关柜进出线方式采用插接母线下进线及电缆下出线。

0.4kV插接母线: 空气绝缘型封闭式插接母线。

## 1.5 总平面布置

新建两台六分路户外开关站, 配置配网自动化终端柜, 环网柜均装带电指示器, 每回路每相均装故障指示器, 布置于校园南面围墙外侧, 两回外电源架空转电缆

接入,经开关站后以电缆出站,沿电缆通道敷设至南区配电站。

在校园内南、东、西各供电区内分别择址建设10kV配电站,其中南区配电站为新建,东区拟利用原有的配电房进行扩建,西区拟利用原配电房拆除重建。配电主站及分站均采用独立的两层框架结构建筑,二层为电气设备布置层,设有一间独立的监控室,装设配电站所用的自动化装置,以及智能配电监控屏幕,一层为电缆夹层及值班室等。

### 1.6 无功补偿、防雷接地、消防、环评及其他

无功补偿、防雷接地的设计拟参考相关电力设计规程规范及标准化设计实施,消防、环评及其他纳入校园整体规划。

## 2 构建校园智能配电系统

### 2.1 智能配电系统结构

校内配电自动化系统由配电自动化主站、配电自动化分站、自动化终端及通信通道组成,配电站与终端的

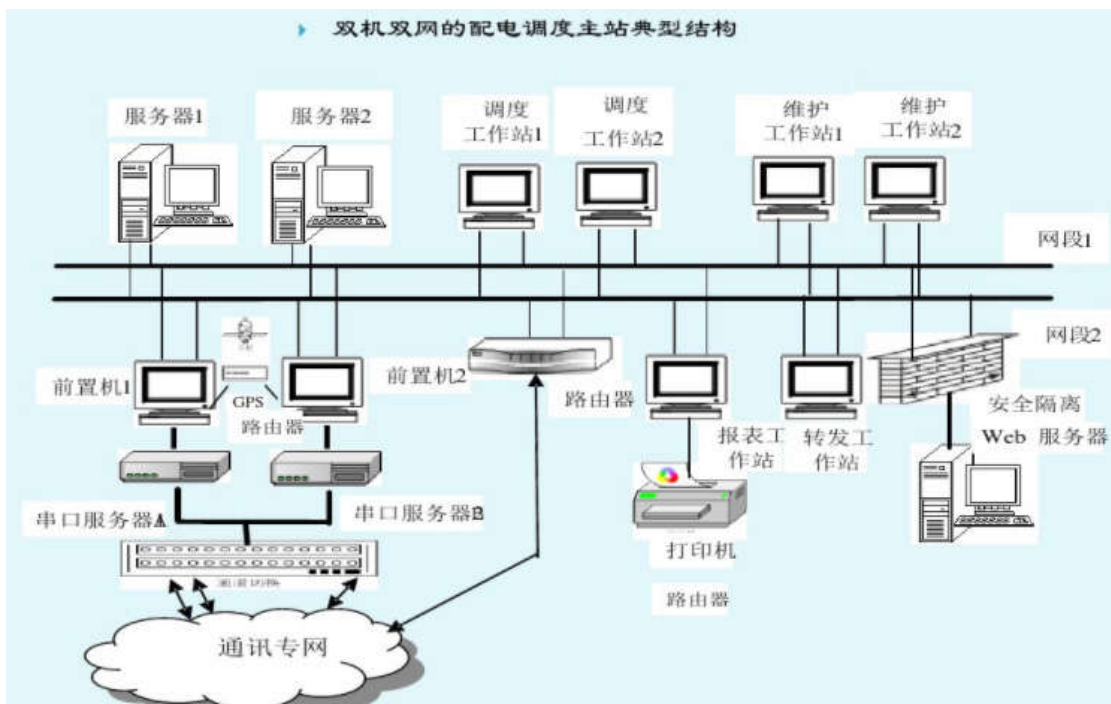
通信通常采用光纤有线、GPRS 无线等方式。<sup>[2]</sup>

#### 2.1.1 配电调度自动化主站

南区配电主站是整个校园配电网的监视、控制和管理中心,由计算机、通信网络、计算机软件构成,采用双机双网结构、Windows或Unix操作系统,通过SCADA功能实现配电系统的“四遥”功能,主要完成配电网信息的采集、处理与存储,并进行综合分析、计算与决策,并与配网GIS、配网生产信息、调度自动化和计量自动化等进行信息共享与实时交互。

配电调度主站分为以下几个子系统:<sup>[3]</sup>

- (1) SCADA子系统
- (2)应用计算子系统
- (3)系统维护子系统
- (4) Web发布子系统
- (5)调度员培训子系统
- (6)系统网络管理子系统



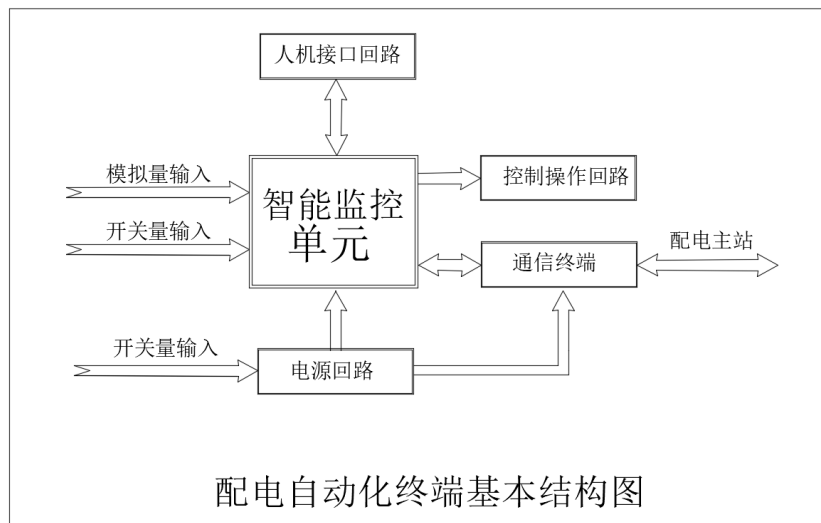
#### 2.1.2 配电自动化终端

配电自动化终端用于中压配电网中的开闭所、重合器、柱上分段开关、环网柜、配电变压器、线路调压器、无功补偿电容器的监视与控制,与配网自动化主站通信,提供配电网运行控制及管理所需的数据,执行主站给出的对配网设备进行调节控制的指令。根据应用场合分为配电房配电自动化终端(DTU)、架空线馈线自动化

终端(FTU)、电缆型故障指示器和架空型故障指示器。所有高压设备均预留与配网自动化终端装置(RTU)的接口,为利于线损管理,每台变压器低压进线柜设置配变监测装置1套。

配电自动化终端的基本构成包括:智能监控单元、人机接口电路、操作控制回路、通信终端、电源回路。





### 2.1.3 配电自动化通信系统

校园配电系统自动化的通信系统可结合“智慧校园”同步实施,通信网络由数据终端设备(DTE)、数据传输设备(DCE)和数据传输信道组成,其中数据终端设备(DTE)包括配电自动化SCADA系统、RTU、馈线RTU(FTU)、变台RTU(TTU)、区域工作站、抄秒集中器和抄表终端等,数据传输设备(DCE)包括调制解调器、复接分接器、数传电台、载波机和光端机等。配电自动化系统借助于有效的通信手段,将控制中心的控制命令准确地传送到为数众多的远方终端,并且将反映远方设备运行情况的数据信息收集到配电主站控制中心。<sup>[4]</sup>

## 2.2 智能配电系统的功能及应用

### 2.2.1 智能配电系统的功能

- 1)采集和监控校园用电设备的用电信息。
- 2)历史数据库以及管理。
- 3)报警报告风险。
- 4)用户权限功能。
- 5)电能报表查询与打印、系统负荷实时、历史曲线。

### 2.2.2 智能配电系统的应用

结合校园整体布局,整体的配电系统可设置监控管理层、现场间隔层和通讯接口层。

#### 1) 通讯接口层

能够实现现场间隔层、监控管理层之间进行信息互换,从而辅助完成自动化装置的连接,保障了物理通讯的转换。它主要包含了网关、数据交换机等相关核心网络设备。

#### 2) 监控管理层

后台的监控设备组成的层次就为监控管理层,它是整个系统的交通枢纽以及控制中心。它能够通过权限的限制对有关设备进行管理控制,而且通过人机界面实现对整个管控的电力系统进行数据的处理、采集、显示以及监控。监控管理层的主要组成部分是控制中心主站监控服务器以及变电所中子站客户端。<sup>[5]</sup>

### 3) 现场间隔层

现场间隔层里面含有的智能设备的主要功能是实现测量、控制、监控、保护、操作等。间隔层设备包括:测控装置,保护装置,数字录播器等,其中继电保护与智能终端采用点对点,保护之间采用组网传输方式。

## 3 结束语

经过智能化改造,本校区供配电系统调度、运行、管理等均将实现质的提升,能够实现供配电的“安全、可靠、优质、经济”,同时在经济和技术上也是可行的。

### 参考文献:

- [1]考虑关联因素的智能化中长期电力负荷预测方法[J].张志,杜延菱,崔慧军等.电力系统保护与控制,2019,47(2):24-30
- [2]低压配电管理系统智能化的运用研究[J].高军电气时代.2020(08)
- [3]智能配电变压器监测终端的设计[J].陈少华,陶涛,陈章宝,梁志雄.电力系统保护与控制.2008(2)
- [4]智能化供配电设计及其应用[J].黄强,肖磊.建材与装饰.2015(48)
- [5]智能配电网自愈控制技术[J].董旭柱,黄邵远,陈柔伊,李鹏,张文峰.电力系统自动化.2012(18)