

电气设计控制要点技术指南

中建三局工程总承包公司安装分公司

2021年12月发布

《电气设计控制要点技术指南》

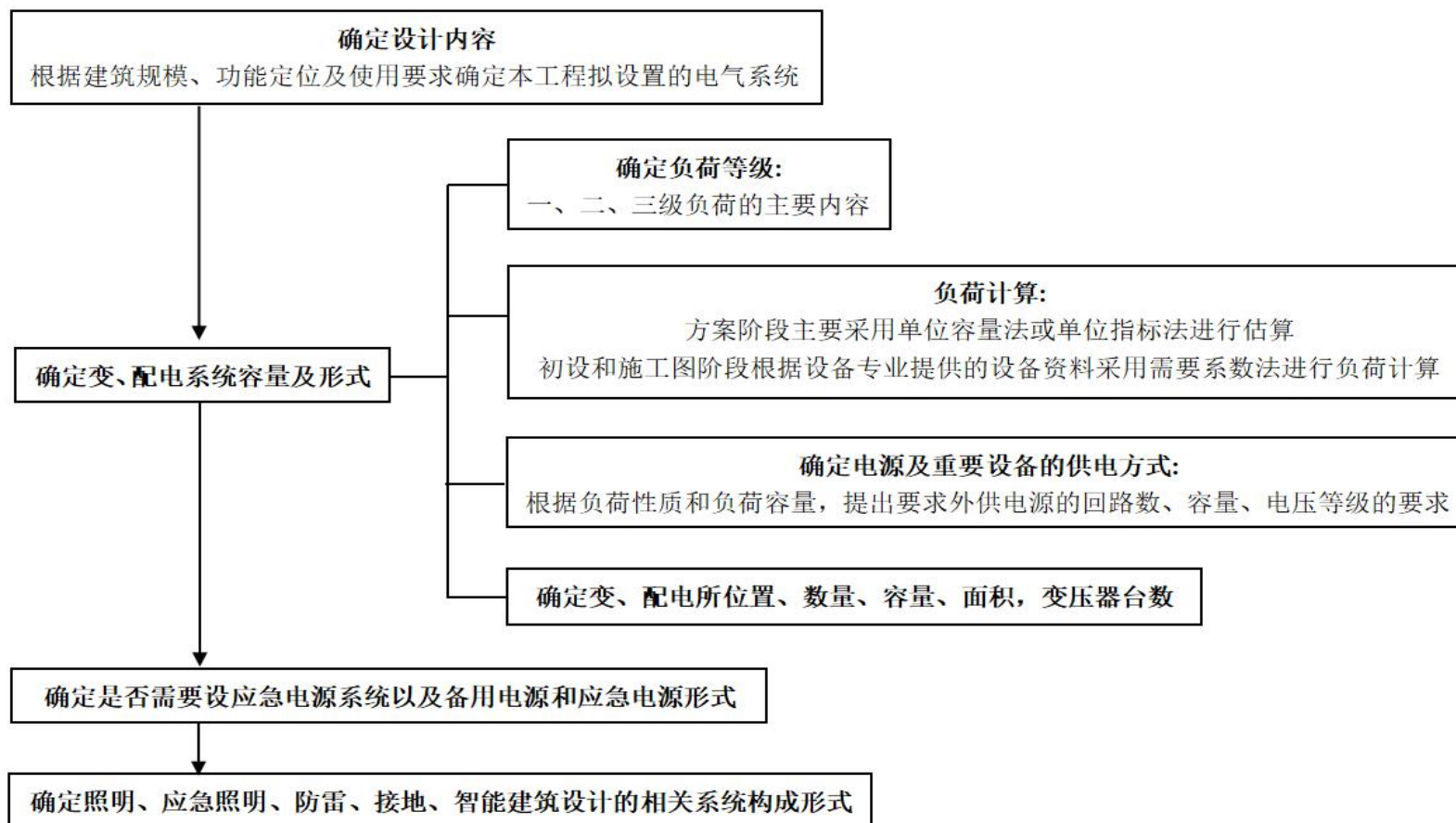
目录

一、电气设计流程框图.....	1
二、供配电系统设计.....	2
1、负荷分级及供电要求.....	2
2、负荷计算.....	9
3、电源及电压选择.....	12
三、自备电源设计.....	21
1、自备电源种类.....	21
2、柴油发电机组.....	21
3、不间断电源设备（UPS）.....	27
4、逆变应急电源（EPS）.....	29
5、不同类型自备应急电源适用范围.....	30
四、变配电所设计.....	31
1、所址选择.....	31
2、设备选择.....	33
3、设备布置.....	39
4、系统设计及操作电源.....	42
5、对相关专业要求.....	45
五、低压配电系统设计.....	48
1、低压配电系统基本原则及接线形式.....	48
2、电缆选择.....	58
3、开关选择.....	69
4、低压配电线路保护.....	72



一、电气设计流程框图

设计原则：安全、可靠、合理、先进、实用



二、供配电系统设计

1、负荷分级及供电要求

1.1、负荷分级

民用建筑用电负荷应根据对供电可靠性的要求及中断供电在对**人身安全**、**经济损失**上造成的影响程度分为一级负荷（含特别重要负荷）、二级负荷及三级负荷。

负荷级别	认定条件（规范条文）	认定负荷（解读说明）
一级负荷 中特别重要负荷	特别重要场所不允许中断供电的负荷应定为一级负荷中的特别重要负荷。	例如： 1) 在生产连续性较高行业，当生产装置工作电源突然中断时，为确保安全停车，避免引起爆炸、火灾、中毒、人员伤亡而必须保证的用电负荷。 2) 中压及以上的锅炉给水泵、大型压缩机的润滑油泵等或者事故一旦发生能够及时处理，防止事故扩大、保证工作人员的抢救和撤离而必须保证的用电负荷。 3) 在工业生产中，如正常电源中断时处理安全停产所必需的应急照明、通信系统、保证安全停产的自动控制装置等用电负荷。 4) 在民用建筑中，如数据中心、大型金融中心的关键电子计算机系统和防盗报警系统；大型国际比赛场馆的计时记分系统以及监控系统等用电负荷。 【注】：150m 及以上的超高层公共建筑的消防负荷应为一级负荷中的特别重要负荷。
一级负荷	符合下列情况之一时，应定为一级负荷： 1) 中断供电将造成人身伤害； 2) 中断供电将造成重大损失或重大影响；	例如： 1) 中断供电使生产过程或生产装备处于不安全状态、重大产品报废、用重要原料生产的产品大量报废，生产企业的连续生产过程被打乱、需要长时间才能恢复等将在经济上造成重大损失的用电负荷。 2) 大型银行营业厅的照明、一般银行的防盗系统，大型博物馆、展览馆的防盗信号电源、

《电气设计控制要点技术指南》

	3) 中断供电将影响重要用电单位的正常工作,或造成人员密集的公共场所秩序严重混乱。	珍贵展品室的照明电源,一旦中断供电可能会造成珍贵文物和珍贵展品被盗的用电负荷。 3) 重要交通枢纽、重要通信枢纽、重要的经济信息中心、特级或甲级体育建筑、重要宾馆、国宾馆、承担重大国事活动的会堂、经常用于重要国际活动的大量人员集中的公共场所等,中断供电将影响重要用电单位的正常工作或造成正常秩序严重混乱的用电负荷。 【注】: 当主体建筑中有一级负荷中的特别重要负荷时,确保其正常运行的空调设备宜为一级负荷。
二级负荷	符合下列情况之一时,应定为二级负荷: 1) 中断供电将造成较大损失或较大影响; 2) 中断供电将影响较重要用电单位的正常工作或造成人员密集的公共场所秩序混乱。	例如: 1) 中断供电使得主要设备损坏、大量产品报废、连续生产过程被打乱需较长时间才能恢复、重点企业大量减产等将在经济上造成较大损失的用电负荷。 2) 交通枢纽、通信枢纽等用电单位中的重要电力负荷,以及中断供电将造成大型影剧院、大型商场等较多人员集中的重要的公共场所秩序混乱的用电负荷。 【注】: 1) 当主体建筑中有大量一级负荷时,确保其正常运行的空调设备宜为二级负荷。 2) 住宅小区的给水泵房、供暖锅炉房及换热站的用电负荷不应低于二级。
三级负荷	不属于一级和二级的用电负荷应定为三级负荷。	例如: 一般照明、动力、空调设备等用电负荷。

注:民用建筑中各类建筑物或场所的主要用电负荷级别,可结合各类型建筑包括车库的建筑设计规范及电气设计规范对负荷分级的规定按《民用建筑电气设计标准》GB 51348-2019 附录 A 选定。

消防负荷分级

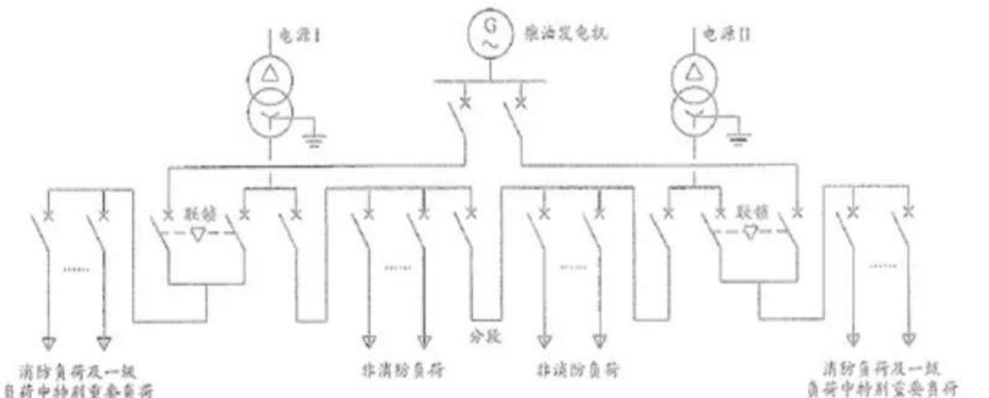
序号	消防负荷名称	负荷级别
1	建筑高度大于 50m 的乙、丙类厂房和丙类仓库中的消防负荷。	一级
2	一类高层民用建筑中的消防负荷。	一级

《电气设计控制要点技术指南》

3	150m 及以上的超高层公共建筑的消防负荷。	一级特
4	室外消防用水量大于 30L/s 的厂房(仓库)中的消防负荷。	二级
5	室外消防用水量大于 35L/s 的可燃材料堆场、可燃气体储罐(区)和甲, 乙类液体储罐(区)中的消防负荷。	二级
6	粮食仓库及粮食筒仓中的消防负荷。	二级
7	二类高层民用建筑中消防负荷。	二级
8	座位数超过 1500 个的电影院、剧场, 座位数超过 3000 个的体育馆, 任一层建筑面积大于 3000m ² 的商店和展览建筑, 省(市)级及以上的广播电视、电信和财贸金融建筑中的消防负荷。	二级
9	室外消防用水量大于 25L/s 的其他公共建筑中的消防负荷。	二级

1.2、供电要求

负荷级别	供电要求（规范条文）	解读说明
一级负荷中特别重要负荷	<p>1) 除双重电源供电外, 尚应增设应急电源供电;</p> <p>2) 应急电源供电回路应自成系统, 且不得将其他负荷接入应急供电回路;</p> <p>3) 应急电源的切换时间, 应满足设备允许中断供电的要求;</p> <p>4) 应急电源的供电时间, 应满足用电设备最长持续运行时间的要求;</p> <p>5) 对一级负荷中的特别重要负荷的末端配</p>	<p>特别重要负荷用电, 必须考虑一个电源系统在检修或故障同时, 另一电源系统又发生故障的可能, 应从电力系统取得第三电源或自备电源。</p> <p>1) 下列电源可作为应急电源:</p> <p>a、供电网络中独立于正常电源的专用馈电线路。</p> <p>b、独立于正常电源的发电机组。</p> <p>c、蓄电池(供电稳定、可靠、切换时间短)</p> <p>2) 消防负荷及一级负荷中特别重要负荷与非消防负荷分组方案可参照下图:</p>

	<p>电箱切换开关上端口宜设置电源监测和故障报警。</p>	 <p>3) 应根据允许中断供电的时间确定应急电源:</p> <ul style="list-style-type: none"> a、有需驱动的电动机负荷,启动电流冲击较大,但允许中断供电时间为15s以上的供电,可选用快速自启动的发电机组(这是考虑快速自启动的柴油发电机组自启动时间一般为10s左右); b、自投装置的动作时间能满足(小于)允许中断供电时间时,可选用带有自投装置的独立于正常电源之外的专用馈电线路; c、连续供电或允许中断供电时间为毫秒级且容量不大的装置的供电,可选用蓄电池静止型不间断电源装置,即UPS(通常适用于计算机等电容性负载); d、允许中断供电时间为毫秒级的应急照明供电,可采用应急照明集中电源装置,即EPS(通常适用于电感及阻性负载)。 <p>【注】: 1) 供给特别重要负荷设备的两个电源应在最末一级配电箱(箱)处切换。 2) 应急电源与正常电源之间,应采取防止并列运行的措施。当有特殊要求,应急电源向正常电源转换需短暂并列运行时,应采取安全运行的措施。</p>
<p>一级负荷</p>	<p>应由双重电源供电,当一个电源发生故障时,另一个电源不应同时受到损坏。</p>	<p>双重电源可以是分别来自不同电网的电源,或来自同一电网但在运行时电路互相之间联系很弱,或来自同一个电网但其间的电气距离较远,一个电源系统任</p>

		<p>意一处出现异常运行时或发生短路故障时，另一个电源仍能不间断供电，这样的电源都可以视为双重电源。双重电源可一用一备，也可同时工作，各供一部分负荷。</p> <p>结合目前我国经济和技术条件、不同地区的供电状况以及消防用电设备的具体情况，具备下列条件之一的供电，可视作向一级负荷供电的双重电源：</p> <ol style="list-style-type: none">1) 电源来自两个不同发电厂。2) 电源来自两个区域变电站（电压一般在 35KV 及以上）。3) 电源来自一个区域变电站，另一个设置自备发电设备。 <p>对于一级负荷的供电电源应满足当一个电源发生故障时，另一电源应能承担该用户的全部一级负荷的供电。应急供电系统中的消防用电设备应采用专用的供电回路。分散小容量一级负荷，如电话机房、消防中心(控制室)、应急照明等设备，亦可采用设备自带蓄电池(干电池)作为自备应急电源。对特别重要负荷设备的供电，必要时可就地设置不间断电源装置(UPS)。</p> <p>【注】：一级负荷应由双重电源的两个低压回路在末端配电箱处切换供电，另有规定者除外。</p> <ol style="list-style-type: none">1. 对于非消防一级负荷，可采用按区域或功能（如相同用途、位置接近）设置总双电源切换配电箱，再放射式至区域内各分配电箱的供电方式，节省双电源切换的数量。供电区域有条件情况下建议结合防火分区划分。2. 消防控制室、消防水泵房的消防用电设备及消防电梯等的供电，应在其配电线路的最末一级配电箱处设置自动切换装置。防烟和排烟风机机房的消防用电设备的供电，应在其配电线路的最末一级配电箱处或风机所在防火分区的配电间内设置自动切换装置。 <p>最末一级配电箱:对于消防控制室、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，为上述消防设备或消防设备室处的最末级配电箱;对于其他消防设备用电，如消防应急照明和疏散指示标志等，为这些用电设备所在防火分区的配电箱。</p>
--	--	--

《电气设计控制要点技术指南》

		<p>3. “另有规定”是指如对一用一备设备可采用双电源的两个回路分别供工作设备和备用设备的方式，此时可不设双电源切换箱。（仅用于非消防）</p>
<p>二级负荷</p>	<p>1) 二级负荷的外部电源进线宜由 35KV、20KV 或 10KV 双回线路供电；当负荷较小或地区供电条件困难时，二级负荷可由一回 35KV、20KV 或 10KV 专用的架空线路供电。</p> <p>2) 当建筑物由一路 35KV、20KV 或 10KV 电源供电时，二级负荷可由两台变压器各引一路低压回路在负荷端配电箱处切换供电。</p> <p>3) 当建筑物由双重电源供电，且两台变压器低压侧设有母联开关时，二级负荷可由任一段低压母线单回路供电。</p> <p>4) 对于冷水机组(包括其附属设备)等季节性负荷为二级负荷时，可由一台专用变压器供电；</p> <p>5) 由双重电源的两个低压回路交叉供电的照明系统，其负荷等级可定为二级负荷。</p>	<p>1) 二级负荷设备的供电系统，应做到当电力变压器或线路发生故障时，不致中断供电或中断供电能迅速恢复。</p> <p>2) 为二级负荷设备供电的两个电源的两回路，应在适当位置设置的配电(控制)箱(柜)内自动切换。</p> <p>3) 二级负荷的供电系统，在负荷较小或地区供电条件困难时，当两回线路供电有困难时，应符合下列要求：</p> <p>a、一路 10kV 及以上电源采用架空线路供电时，供电线路可由一回线路供电；</p> <p>b、一路 10kV 及以上电源采用埋地电缆线路供电时，应采用两根电缆组成的线路供电，其每根电缆应能承受 100%的二级负荷。</p> <p>供电示意图如下：</p>

		<p>【注】：对二级负荷设备的供电，可根据本单位电源条件，采取下列方式之一： 1) 双回路供电至适当位置配电点，自动互投后，用专线送到用电设备或其控制箱(柜)上； 2) 当变电系统低压侧为单母线分段且母联断路器采用自动投入方式时，亦可选用可靠的独立出线单回路供电。 3) 对分散小容量负荷，可采用一路正常电源与设备自带的蓄(干)电池(组)在设备处自动切换。</p>
<p>三级负荷</p>	<p>可采用单电源单回路供电。</p>	<p>三级负荷对供电无特殊要求，可采用单回路供电。 当向以三级负荷为主，但有少量一、二级负荷的用户供电时，可设置仅满足一、二级负荷需要的自备电源。</p>

《电气设计控制要点技术指南》

		三级负荷用户的高压系统，可采用负荷开关加熔断器保护。（和变压器容量和继电保护设置情况有关。）
--	--	--

2、负荷计算

2.1、负荷计算内容

序号	内容	用途说明
1	有功功率、无功功率、视在功率、无功补偿	可作为按发热条件选择变压器、导体及电器的依据，并用来计算电压损失和功率损耗。
2	一级、二级及三级负荷容量	可用以确定备用电源或应急电源及其容量。
3	季节性负荷容量	可以确定变压器的容量和台数及经济运行方式。

2.2、计算方法

设计阶段	计算方法	说明
方案设计	<p>负荷密度指标法（单位面积功率法）：</p> $P_c = \frac{P_a * A}{1000} \quad (\text{kW})$ <p>P_c—计算有功功率, kW; P_a—负荷密度, W/m²; A—建筑面积, m²。</p>	<p>单位指标受多种因素的影响，如地理位置、气候条件、地区发展水平、居民生活习惯、建筑规模大小、建设标准高低、使用能源种类、节能措施力度等。单位指标的取值应根据同类项目实测数据的不断积累、细化和深化。</p> <p>附：各类建筑物用电指标表</p>

综合单位指标法:

$$P_c = P_n * N \quad (\text{kW})$$

P_c —计算有功功率, kW;

P_n —综合单位用电指标, 如 kW/户、kW/人、kW/床等;

N —综合单位数量, 如户数、人数、床位数等。

建筑类别	用电指标 (W/m ²)	变压器装置指标 (V·A/m ²)
住宅	15~40	20~50
公寓	30~50	40~70
宾馆、饭店	40~70	60~100
办公	30~70	50~100
商业	一般: 40~80	60~120
	大中型: 60~120	90~180
体育场、馆	40~70	60~100
剧场	50~80	80~120
医院	50~80	80~120
高等院校	20~40	30~60
中小学校	12~20	20~30
幼儿园	10~20	18~30
展览馆、博物馆	50~80	80~120
演播室	250~500	500~800
汽车库 (机械停车库)	8~15 (17~23)	12~24 (25~35)

综合单位可选取任何便于实测、统计和应用的单位。例如, 高档宾馆可按 2--2.4kW/床估算; 影剧院可按 0.26kVA/座位估算; 电梯用于住宅、商业、多层厂房者, 可分别按 30、40、50kVA/部估算; 电动汽车充电桩可按 7kW/桩考虑。住宅用电指标可根据户型不同按 3~8kW/户估算; 当住宅户数不确定时取 15~50W/m² 估算。

【注】: 单位指标法计算的结果不需再考虑变压器的负载率。

<p>初步设计</p>	<p>需要系数法: $P_c = K_d * P_e$ $Q_c = P_c * \tan \varphi$ $S_c = \sqrt{P_c^2 + Q_c^2}$ $I_c = \frac{S_c}{\sqrt{3} * U_n}$</p>	<p>1) 配电干线的计算负荷, 为各用电设备组计算负荷之和再乘以同时系数。有功、无功同时系数分别取 0.8~0.9 及 0.93~0.97。 2) 配电所的计算负荷, 为各配电干线计算负荷之和再乘以同时系数。有功、无功同时系数分别取 0.85~1 及 0.95~1。 3) 总降压变电站的计算负荷, 为各车间配电所计算负荷之和再乘以同时系数。有功、无功同时系数分别取 0.8~0.9 和 0.93~0.97。 【注】: 通常, 用电设备数量越多, 同时系数越小。对于较大的多级配电系统, 可逐级取同时系数。</p>
<p>施工图设计</p>	<p>P_c—计算有功功率, kW; Q_c—计算无功功率, kvar; S_c—计算视在功率, kVA; I_c—计算电流, A; P_e—用电设备组的设备功率, kW; K_d—需要系数; tan φ—计算负荷功率因数角的正切值; U_n—系统标称电压 (线电压), kV。</p>	<p>【注】: 1) 当消防用电设备的计算负荷大于火灾切除的非消防负荷时, 应按未切除的非消防负荷加上消防负荷计算总负荷。否则, 计算总负荷时不应考虑消防负荷容量。 2) 当进行负荷计算时, 需将用电设备按其性质分为不同的用电设备组, 然后确定设备功率。用电设备组的设备功率统计时不含备用设备、专门用于检修的设备和工作时间很短的设备。总设备功率的统计: 对于同一计算范围内的季节性用电设备, 如采暖设备和舒适性空调的制冷设备, 按两者中较大者计入总设备总功率。 3) 当单相负荷的总计算容量小于计算范围内三相对称负荷总计算容量的 15%时, 可全部按三相对称负荷计算; 当超过 15%时, 宜将单相负荷换算为等效三相负荷, 再与三相负荷相加。 4) 进行负荷计算时还应考虑功率损耗。</p> <p style="text-align: center;">附: 主要用电设备组的需要系数表</p>

负荷名称	规 模	需要系数 K_x	功率因数
照明	面积 $S < 500\text{m}^2$	1~0.9	0.9~1
	$500\text{m}^2 < \text{面积 } S < 3000\text{m}^2$	0.9~0.7	0.9
	面积 $S = 3000 \sim 15000\text{m}^2$	0.75~0.55	
	面积 $S > 15000 \text{ m}^2$	0.7~0.4	
冷冻机、 锅炉	1~3 台	0.9~0.7	0.8
	>3 台	0.7~0.6	
热力站、水 泵、通风机	1~5 台	0.95~0.8	0.8
	>3 台	0.8~0.6	
厨房设备	$\leq 100\text{kW}$	0.5~0.4	0.8~0.9
洗衣设备	$> 100\text{kW}$	0.4~0.3	
窗式空调 设备	4~10 台	0.8~0.6	0.8
	11~50 台	0.6~0.4	
	>50 台	0.4~0.3	
舞台照明	$< 200\text{kW}$	1~0.6	0.9~1
	$> 200\text{kW}$	0.6~0.4	

3、电源及电压选择

3.1、电源选择

3.1.1、综述

电源及供配电系统设计中，供配电线路宜深入负荷中心，应根据用电负荷的容量及分布，将配电所、变电所及变压器靠近负荷中心位置，以缩短低压供电半径，降低电能损耗，减少电压损失，提高电压质量，节省线材，节约有色金属，这是供配电设计时的一条重要原则。

序号	规范条文	解读说明
1	应急电源与正常电源之间，应采取防止并列运行的措施。	<p>应急电源与正常电源之间必须采取可靠措施防止并列运行，目的在于保证应急电源的专用性和可靠性，防止正常电源系统故障时由于应急电源与正常电源并列运行而导致应急电源向正常电源系统负荷送电而失去作用，无法确保向应急电源所带负荷供电。</p> <p>例如： 在应急电源与正常电源之间设置手动互投开关或自动转换开关电器，并设置机械和/或电气联锁，并确保应急电源与正常电源之间除经机械和/或电气联锁正常连接外无其他未经联锁的电气通路，以防止应急电源与正常电源并列运行。</p> <p>应急电源原动机的启动命令必须由正常电源主开关的辅助接点发出，而不是由继电器的接点发出，因为继电器有可能误动作而造成与正常电源误并网。</p>
2	需要双重电源供电的用电单位，宜采用同级电压供电。	<p>两回电源线路采用同级电压可以互相备用，提高设备利用率，因此宜采用同级电压供电。</p> <p>如能满足一级和二级负荷用电要求时，也可以采用不同电压供电。</p> <p>【注】：同时供电的双重电源供配电系统中，其中一个回路中断供电时，其余线路应能满足全部一级负荷及二级负荷的供电要求。</p>
3	采用 35kV、20kV 或 10kV 双重电源供电的民用建筑，	民用建筑中 35kV、20kV 或 10kV 供配电系统处于市政电力系统的

《电气设计控制要点技术指南》

	<p>其高压侧宜由单母线分段组成供配电系统，两段母线间宜设联络开关。</p>	<p>末端，其系统构成需结合民用建筑的特点，在保证可靠性的前提下尽可能简化系统、减少占地、节约投资。</p> <p>民用建筑供配电系统的运行经验表明，两回 35kV、20kV 或 10kV 电源线路侧的供电系统通常可由单母线分段组成。</p>
4	<p>35kV、20kV 或 10kV 供配电系统中，同一电压等级的配电级数不宜多于两级，低压系统不宜多于三级。</p>	<p>供配电系统应简单可靠，高压同一电压等级的配电级数不宜多于两级；低压不宜多于三级。</p> <p>如果供电系统结线复杂，配电层次过多，不仅管理不便、操作繁复，而且由于串联元件过多，因元件故障和操作错误而产生事故的可能性也随之增加。所以复杂的供电系统可靠性并不一定高。配电级数过多，继电保护整定时限的级数也随之增多，而电力系统容许继电保护的时限级数对 10kV~35kV 来说正常情况下也只限于两级，如配电级数出现三级，则中间一级势必要与下一级或上一级之间无选择性。由于目前很多民用建筑低压配电系统的构成较为复杂，低压配电设备分布较广，因此规定低压系统的配电级数不宜多于三级。</p> <p>【注】：小负荷的用户（通常指 300kW 及以下用户），宜接入地区低压电网。</p>
5	<p>公共建筑内的 35kV、20kV 或 10kV 供电系统宜采用放射式。</p>	<p>高压配电系统应有明确的供电范围，不宜交错重迭。配电系统采用放射式则供电可靠性高，便于管理，但线路和开关柜数量增多。而对于供电可靠性要求较低者可采用树干式，线路数量少，可节约投资。</p> <p>负荷较大的高层建筑，多含二级和一级负荷，可用分区树干式或环式，以减少配电电缆线路和开关柜数量，从而相应少占电缆竖井和高压配电室的面积。</p> <p>住宅小区的 20（10、6）kV 供电系统，宜采用环网方式。</p> <p>高层住宅宜在首层或地下一层设置 20（10、6）/0.4kV 户内变电所或室外预装式变电站，以便缩短低压供电半径。</p>

《电气设计控制要点技术指南》

		多层住宅小区、别墅群，宜分区设置 20（10、6）/0.4kV 独立变电所或室外预装式变电站，其单台变压器容量不宜大于 800kVA。
--	--	---

3.1.2、设置自备电源条件

电力系统所属大型电厂，其单位功率的投资少、能效高、发电成本低，公共电网供电可靠性高；而民用建筑设置的自备电源则相反。用电单位的电源宜优先取自地区电网，只有在下列条文规定的情况下，才宜设置自备电源（自备电源是指由用户自行配备的，能为用户指定负荷可靠供电的**独立电源，包括应急电源、备用电源或第二电源。**）。

序号	规范条文	解读说明
1	一级负荷中含有特别重要负荷。	<p>此条文规定了设置自备电源作为第三电源的条件。一级负荷中特别重要负荷，除双重电源外，还必须增设应急电源，因而需要设置自备电源。（自备电源作为应急电源）</p> <p>【注】：应急电源（安全设施电源）：用作应急供电系统（用来维持电气设备和电气装置运行的供电系统，主要是：为了人体和家畜的健康和安全，或为避免对环境或其他设备造成损失以符合国家规范的要求。）组成部分的电源。</p>
2	设置自备电源比从电力系统取得第二电源更经济合理，或第二电源不能满足一级负荷要求。	<p>此条文规定了设备自备电源作为第二电源的条件。（自备电源作为第二电源）</p>
3	当双重电源中的一路为冷备用，且不能满足消防电源允许中断供电时间的要求。	<p>冷备用是指电源线路两侧刀闸拉开，并形成明显的断点。如主电源故障，由于是冷备用，按照电力调度规程，需要更多流程和操作，备用投入时间长，供电连续性差，难以满足消防电源允许中断供电时间的要求，所以应设置自备电源。（自备电源作为备用电源）</p> <p>【注】：备用电源：当正常电源断电时，由于非安全原因用来维持电气装置或其某些部分所需的电源。</p>

4	建筑高度超过 50m 的公共建筑的外部只有一回电源不能满足用电要求。	此条文规定了超高层公共建筑设置自备电源的条件。
---	------------------------------------	-------------------------

3.2、电压选择

用电单位的各级供电电压应根据用电负荷计算容量、用电设备特征、供电距离、供电线路的回路数、当地公共电网现状及其发展规划等因素，综合考虑，经技术经济比较后确定。

1、高压配电电压宜采用 35KV、20KV、10KV、6KV。

2、供电电压大于等于 35KV 时，用户的一级配电电压宜采用 10（6）KV。当能减少配变电级数、简化结线及技术经济合理时，用户的一级配电电压可以采用 220/380V。

3、低压配电电压宜采用 220V/380V。

不同标称电压下电力线路合理输送功率和距离

标称电压(kV)	线路形式	输送功率 (kW)	供电距离(km)	说明
0.22	架空线	50 以下	0.15 以下	1) 当变压器容量在 6000kVA 或 8000kVA 及以上时，部分地区宜采用 35kV 供电；当用电设备的安装容量在 250KW 及以上或变压器安装容量在 160KVA 及以上时，宜以 20KV 或 10KV 供电；当用电设备总容量在 250KW 以下或变压器安装容量在 160KVA 以下时，可由低压 380V/220V 供电。 2) 当供电距离超过 300m 且采取增大线路截面经济型较差时，柴油发电机组宜采用 10KV 及以上电压等级。（应急/备用电源采用发电机组时，需校验供电线路的电压损失和保护灵敏度，当线路较长，保护灵敏度、电压损失等不能满足要求时，需提高柴油发电机组的供电电压等级。） 3) 配电电压的高低取决于供电电压、用电设备的电压以及供电范围、负荷大小和分布情况等。供电电压为 35kV 及以上用电单位的配电电压应采用 20kV 或 10kV。
0.22	电缆线	100 以下	0.2 以下	
0.38	架空线	100 以下	0.25 以下	
0.38	电缆线	175 以下	0.35 以下	
6	架空线	2000 以下	10~5	
6	电缆线	3000 以下	8 以下	
10	架空线	3000 以下	15~8	
10	电缆线	5000 以下	10 以下	

《电气设计控制要点技术指南》

20	架空线	4000 以下	40~10
20	电缆线	10000 以下	12 以下
35	架空线	2000~10000 以下	50~20
35	电缆线	15000 以下	20 以下

不同供电电压等级下一路电源所带负荷限值

供电电压等级 (kV)	所带变压器总容量 (kVA)	备注
10	100~8000	每路 10kV 电源最大带载不宜大于 12000kVA
20	200~16000	每路 20kV 电源最大带载不宜大于 24000kVA

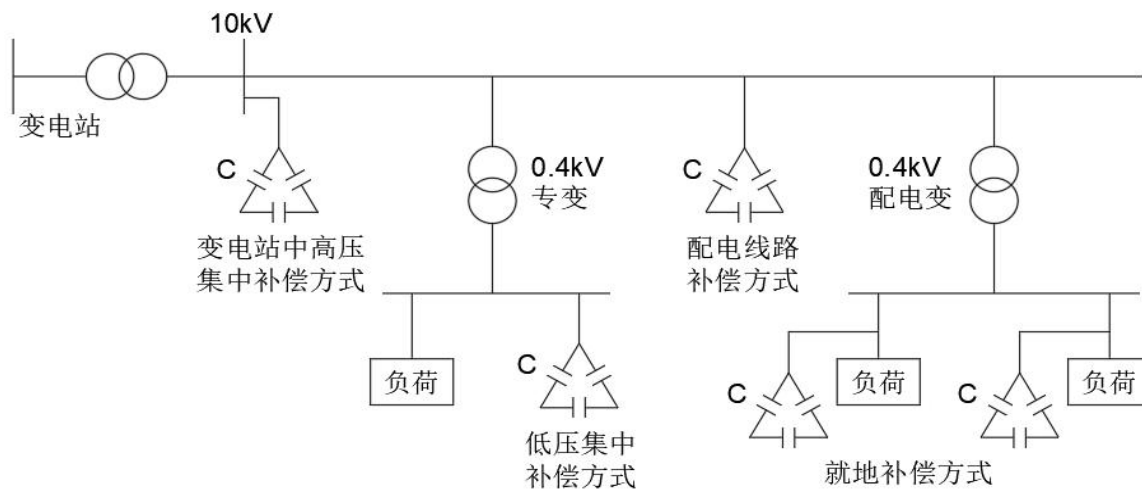
注：供参考，与地方供电公司的规定有关，应咨询当地供电部门。

4、无功补偿

4.1、综述

供配电系统设计中应正确选择发电机、变压器的容量和台数，合理选择线缆及敷设方式以降低线路感抗，提高用户的自然功率因数。当采用提高自然功率因数措施后仍达不到要求时，应进行无功补偿。

配电系统的无功补偿方式示意图如下：



序号	规范条文	解读说明
1	<p>35kV 及以下无功补偿宜在配电变压器低压侧集中补偿，补偿基本无功功率的电容器组，宜在变电所内集中设置。有高压负荷时宜考虑高压无功补偿。</p>	<p>为了尽量减少线损和电压降，宜采用就地平衡无功负荷的原则来装设电容器。由于低压并联电容器的价格比高压并联电容器低，特别是全模金属化电容器性能优良，因此低压侧的无功负荷完全由低压电容器补偿是比较合理的。此外，由于由于高压无功自动补偿装置对切换元件的要求比较高，且价格较高，检修维护也较困难，因此当补偿效果相同时，宜优先采用低压无功自动补偿装置。</p> <p>为了防止低压部分过补偿产生不良后果，因此当有高压感性用电设备或者配电变压器台数较多时，高压部分的无功负荷应由高压电容器补偿。</p> <p>【注】：1、高压侧的功率因数指标，应符合当地供电部门的规定。</p>

		<p>2、自备电源系统可不作补偿。</p> <p>3、电力电容器装置的载流电器及导体(如断路器、导线、电缆等)的长期允许电流,电容器不应小于电容器额定电流的 1.3 倍。</p>
2	当民用建筑内设有多个变电所时,宜在各个变电所内的变压器低压侧设置无功补偿。	如果民用建筑内设有多个变配电所且基本无功负荷比较稳定,为便于维护管理,改善补偿效果,宜在各个变配电所内的变压器低压侧集中补偿。
3	容量较大、负荷平稳且经常使用的用电设备的无功功率宜单独就地补偿。	<p>并联电容器单独就地补偿是将电容器安装在电气设备附近,可以最大限度地减少线损和释放系统容量,在某些情况下还可以缩小馈电线路的截面积,减少有色金属消耗,但电容器的利用率往往不高,初次投资及维护费用增加。为提高电容器的利用率和避免招致损坏,首先选择在容量较大的长期连续运行的用电设备上装设电容器就地补偿。</p> <p>【注】: 1、除电梯等机械荷载可能驱动电动机的用电设备外,当设备的无功计算负荷大于 100kVar 时,可在设备附近就地分级平衡补偿。采用就地补偿时,宜采用固定电力电容器补偿方式,补偿装置宜与设备同时通断电(需停电进行变速或变压器者除外),补偿容量应防止过补偿。</p> <p>2、长期运行的大容量电动机,宜采用固定电容器组就地补偿电动机回路功率因数的方式,补偿电容器应安装在电动机控制设备的负荷侧,与电动机同时通、断电,固定电容器组的容量不应过大,避免过补偿。其过电流保护装置的整定值,应按电动机—电容器组的电流来选择。</p>
4	变电所计量点的功率因数不宜低于 0.9。	《电力系统电压质量和无功电力管理规定》规定,100kVA 及以上、35kV 及以下供电的电力用户在用户高峰负荷时变压器高压侧功率因数不宜低于 0.95;其他电力用户,功率因数不宜低于 0.90。

5	<p>民用建筑内的供配电系统宜采用成套无功补偿柜。具有下列情况之一时，宜采用无功自动补偿装置：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1、避免过补偿，装设无功自动补偿装置在经济上合理时； 2、避免在轻载下电压过高，装设无功补偿装置时； 3、只有装设无功自动补偿装置才能满足在各种运行负荷情况下的电压偏差允许值时。 	<p>根据供电部门对功率因数的管理规定，过补偿要罚款，对于有些对电压敏感的用电设备，在轻载时由于电容器的作用，线路电压往往升得很高，会造成这种用电设备的损坏和严重影响其寿命及使用效能等问题，如经过经济比较认为合理时，宜装设无功自动补偿装置。</p> <p>【注】：采用无功自动补偿方式时，补偿电容器的安装宜留有适当裕量。</p>
---	---	---

4.2、计算方法

设计阶段	计算方法
方案设计	<p>无功补偿容量按变压器容量的 15%~30%进行估算。</p> <p>电抗率选择的一般原则为：民用建筑单相负载多，一般为三、五、七次谐波较多，选择 14%电抗抑制谐波；工业建筑一般为五、七、十一、十三次谐波较多，选择 7%电抗以抑制五、七次谐波为主。</p> <p>【注】：7%电抗会放大三次谐波，所以民用建筑尽量避免用 7%电抗。</p>
初步设计	<p>无功补偿容量计算：</p> $Q_c = P_{js} * (\tan \phi_1 - \tan \phi_2) \text{ 或 } Q_c = P_{js} * q_c$ <p>Q_c—无功补偿容量, kvar; P_{js}—计算有功功率, kW; $\tan \phi_1$—补偿前计算负荷功率因数角的正切值; $\tan \phi_2$—补偿后功率因数角的正切值; q_c—无功功率补偿率, kvar/kW (查表可得)</p> <p>补偿后的功率因数计算：</p>
施工图设计	

$$\cos \varphi = \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{Q_{js} - Q_c}{P_{js}}\right)^2}}$$

Q_c —人工补偿的无功功率, kvar;

P_{js} —建筑内的有功功率, kW;

Q_{js} —建筑内的无功功率, kvar;

三、自备电源设计

1、自备电源种类

用户配置自备电源时,按照重要负荷的容量、允许断电时间、停电影响、需要自备电源持续供电时间等负荷特性,选择合理的自备电源形式。

序号	种类	适用条件
1	独立于正常电源的发电机组(包括应急燃气轮机发电机组,应急柴油发电机组)	快速自启动的发电机组适用于允许中断供电时间为15s以上的供电。
2	不间断电源设备(UPS)	适用于允许中断供电时间为毫秒级的负荷。
3	逆变应急电源(EPS)	一种把蓄电池的直流电能逆变成正弦波交流电能的应急电源,适用于允许中断供电时间为0.25s以上的负荷。

2、柴油发电机组

《电气设计控制要点技术指南》

2.1、柴油发电机容量选择

机组的容量应根据所带负荷容量的大小，负载特性，投入顺序的先后及最大单台电动机或成组电动机启动容量、冗余要求等因素综合考虑确定。

设计阶段	选择方法	说明
方案设计	应急柴油发电机组容量可按配电变压器总容量的10%~20%进行估算。	<p>根据国内外现有一些高层建筑用电指标统计，应急发电机容量约占供电变压器总容量的10%~20%。根据我国现实情况，建筑物规模大时取下限，规模小时取上限。</p> <p>用于A级、B级电子信息机房的自备发电机系统，其基本容量应按不小于UPS基本容量、机房专用空调基本容量、应急照明和消防设备容量、安防系统设备容量之和估算；其冗余容量按用户功能要求估算。</p>
初步设计		<p>1、当发电机组为消防、安防用电负荷供电时，应按消防水泵(含喷淋泵)、消防电梯、防排烟设备、防盗设备、电视监控设备、网络机房设备、应急照明等的计算负荷来确定发电机容量。</p> <p>2、当发电机组为消防用电负荷及一级负荷中特别重要负荷供电时，应按两者的计算负荷之和来确定发电机容量；</p> <p>3、当发电机组为消防用电负荷及其他非消防负荷（如高级客房的照明，宴会厅的照明，大型商厦的营业厅照明，重要的计算机房的照明用电，部分客梯的用电等作为备用电源）供电时，发生火灾时的消防计算容量与非消防状态下必须保证的设备计算容量作一比较，应按两者的计算负荷最大者作为选用发电机容量的依据。</p>
施工图设计	<p>1) 按需要供电的稳定负荷来计算发电机容量；需根据发电机组的供电范围（消防负荷、一级负荷及某些重要二级负荷等）计算出用电量。</p> <p>2) 按最大的单台电动机或成组电动机启动的需要，计算发电机容量；</p> <p>3) 按启动电动机时，发电机母线允许电压降计算发电机容量；</p>	<p>【注】：1、在进行发电机配电系统设计时，当发电机组在消防状态时，需自动切断与消防无关的配电回路。</p> <p>2、当应急或备用负荷较大时，可采用多机并列运行，应急柴油发电机组并机台数不宜超过4台，备用柴油发电机组并机台数不宜超过7台。</p>

	<p>额定电压为 230V/400V 的机组并机后总容量不宜超过 3000kW。当受并机条件限制时，可实施分区供电。</p> <p>3、柴油发电机组的单机容量，额定电压为 3kV~10kV 时不宜超过 2400kW，额定电压为 1kV 以下时不宜超过 1600kW。</p> <p>【例】：若某项目非消防状态市电停电时的计算负荷为 527KW，消防状态市电停电时的计算负荷为 620KW，则按两者最大值算出稳定负荷发电机组容量 S1 为 879KVA；按最大的单台电动机或成组电动机启动的需要，计算出发电机容量 S2 为 793KVA；按启动电动机时母线容许压降计算发电机容量 S3 为 203KVA。三种计算方法中最大结果为 S1=879kVA，同时考虑发电机负载率，发电机的有功功率 $P_e = S1 * \cos \phi / 0.9 = 879 * 0.8 / 0.9 = 781$ (kW)，则本项目可选择 800kW 的柴油发电机。</p>
--	---

2.2、柴油发电机房选址

序号	选址要求（规范条文）	解读说明
1	机房宜布置在建筑的首层、地下室、裙房屋面。当地下室为三层及以上时，不宜设置在最底层，并靠近变电所设置。机房宜靠建筑外墙布置，应有通风、防潮、机组的排烟、消声和减振等措施并满足环保要求。	<p>1、考虑到发电机的进风，排风，排烟的要求，机房宜设在首层、地下一层或地下二层，至少要有一面靠外墙，宜在建筑物的非主入口面及背风面，以便处理设备的进出口，通风口和排烟。</p> <p>2、柴油发电机房应尽量靠近建筑物的低压配电室布置，以便于接线、减少线路损失，同时也便于运行管理。</p> <p>3、柴油发电机房应布置在便于设备运输、吊装和检修的场所。</p> <p>4、应考虑自然进、排风的位置，并预留进、排风消声器的安装空间。</p>
2	机房宜设有发电机间、控制室及配电室、储油间、备品备件储藏间等。当发电机组单机容量不大	机房与控制室、配电室贴邻布置时，发电机出线端与电缆沟宜布置在靠控制室、配电室侧。

	于 1000kW 或总容量不大于 1200kW 时，发电机间、控制室及配电室可合并设置在同一房间。	<p>机组之间、机组外廊至墙的净距应满足设备运输、就地操作、维护检修或布置附属设备的需要，有关尺寸不宜小于下表的规定：</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2" rowspan="2">项目 \ 容量 (kW)</th> <th>64 以下</th> <th>75~150</th> <th>200~400</th> <th>500~1500</th> <th>1600~2000</th> <th>2100~2400</th> </tr> <tr> <th></th> <th></th> <th></th> <th></th> <th></th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>机组操作面</td> <td><i>a</i></td> <td>1.5</td> <td>1.5</td> <td>1.5</td> <td>1.5~2.0</td> <td>2.0~2.2</td> <td>2.2</td> </tr> <tr> <td>机组背面</td> <td><i>b</i></td> <td>1.5</td> <td>1.5</td> <td>1.5</td> <td>1.8</td> <td>2.0</td> <td>2.0</td> </tr> <tr> <td>柴油机端</td> <td><i>c</i></td> <td>0.7</td> <td>0.7</td> <td>1.0</td> <td>1.0~1.5</td> <td>1.5</td> <td>1.5</td> </tr> <tr> <td>机组间距</td> <td><i>d</i></td> <td>1.5</td> <td>1.5</td> <td>1.5</td> <td>1.5~2.0</td> <td>2.0~2.3</td> <td>2.3</td> </tr> <tr> <td>发电机端</td> <td><i>e</i></td> <td>1.5</td> <td>1.5</td> <td>1.5</td> <td>1.8</td> <td>1.8~2.2</td> <td>2.2</td> </tr> <tr> <td>机房净高</td> <td><i>h</i></td> <td>2.5</td> <td>3.0</td> <td>3.0</td> <td>4.0~5.0</td> <td>5.0~5.5</td> <td>5.5</td> </tr> </tbody> </table> <p>【注】：当机组按水冷却方式设计时，柴油机端距离可适当缩小；当机组需要做消声工程时，尺寸应另外考虑。</p>	项目 \ 容量 (kW)		64 以下	75~150	200~400	500~1500	1600~2000	2100~2400							机组操作面	<i>a</i>	1.5	1.5	1.5	1.5~2.0	2.0~2.2	2.2	机组背面	<i>b</i>	1.5	1.5	1.5	1.8	2.0	2.0	柴油机端	<i>c</i>	0.7	0.7	1.0	1.0~1.5	1.5	1.5	机组间距	<i>d</i>	1.5	1.5	1.5	1.5~2.0	2.0~2.3	2.3	发电机端	<i>e</i>	1.5	1.5	1.5	1.8	1.8~2.2	2.2	机房净高	<i>h</i>	2.5	3.0	3.0	4.0~5.0	5.0~5.5	5.5
项目 \ 容量 (kW)		64 以下			75~150	200~400	500~1500	1600~2000	2100~2400																																																							
机组操作面	<i>a</i>	1.5	1.5	1.5	1.5~2.0	2.0~2.2	2.2																																																									
机组背面	<i>b</i>	1.5	1.5	1.5	1.8	2.0	2.0																																																									
柴油机端	<i>c</i>	0.7	0.7	1.0	1.0~1.5	1.5	1.5																																																									
机组间距	<i>d</i>	1.5	1.5	1.5	1.5~2.0	2.0~2.3	2.3																																																									
发电机端	<i>e</i>	1.5	1.5	1.5	1.8	1.8~2.2	2.2																																																									
机房净高	<i>h</i>	2.5	3.0	3.0	4.0~5.0	5.0~5.5	5.5																																																									
3	发电机间、控制室及配电室不应设在厕所、浴室或其他经常积水场所的正下方或贴邻。	<p>柴油发电机房不应布置在厕所、浴室等潮湿性场所的正下方或贴邻，以免渗水影响机组的运行。</p> <p>【注】：柴油发电机房不应布置在人员密集场所的上层、下层或贴邻。</p>																																																														
4	应采用耐火极限不低于 2.00h 的防火隔墙和 1.50h 的不燃性楼板与其他部位分隔，门应采用甲级防火门。	<p>柴油发电机是建筑内的备用电源，柴油发电机房需要具有较高的防火性能，使之能在应急情况下保证发电。同时，柴油发电机本身及其储油设施也具有一定的火灾危险性。因此，应将柴油发电机房与其他部位进行良好的防火分隔，还要设置必要的灭火和报警设施。</p>																																																														
5	机房内设置储油间时，其总储存量不应大于 1 立方米，储油间应采用耐火极限不低于 3.00h 的防火隔墙与发电机间分隔；确需在防火隔墙上开门时，应设置甲级防火门。																																																															
6	民用建筑内的柴油发电机房，应设置火灾自动	柴油发电机房应设置感烟探测器和感温探测器，并纳入主体建筑的火灾																																																														

《电气设计控制要点技术指南》

	报警系统和自动灭火设施。	<p>自动报警系统。</p> <p>应设置与柴油发电机容量和建筑规模相适应的灭火设施，当建筑内其他部位设置自动喷水灭火系统时，机房内应设置自动喷水灭火系统。</p> <p>当发电机房采用水喷淋灭火系统时，宜提高发电机及其附属电气装置的防水性能，且宜将机组启动柜、并车控制柜、配电柜等装设于单独的控制室内。</p>
--	--------------	--

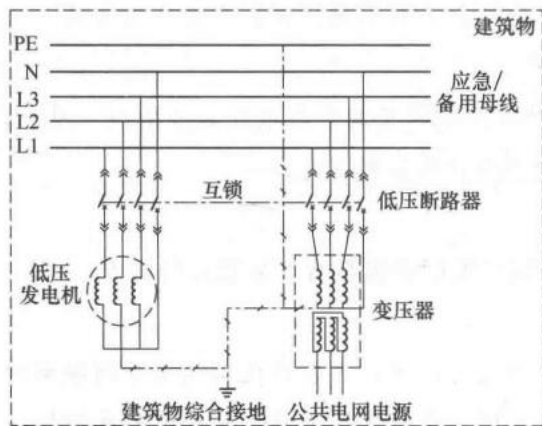
2.3、柴油发电机中性点运行方式

序号	规范条文	解读说明
1	1kV 及以下只有单台机组时，发电机中性点应直接接地，机组的接地形式宜与低压配电系统接地形式一致。	<p>1kV 及以下发电机组通常采用三相四线制，中性点直接接地，它的优点是降低了系统的内部过电压倍数，当一相接地时，相间电压为中性点所固定，基本不会升高。</p> <p>【注】：发电机配电系统接地型式应与民用建筑内的低压配电系统接地型式一致。（正常供电电源与备用发电机之间的电源转换开关应采用四极开关。）</p>
2	1kV 及以下当多台机组并列运行时，每台机组的中性点均应经开关或接触器接地。	<p>当有多台发电机组并列运行时，每台机组的中性导体要经刀开关或接触器直接接地。因为多台发电机组并列运行时检修单台机组须断开接地线上的刀开关，避免由其他机组中性点引入危险电位的可能。多台发电机组并列运行，各台发电机中性点之间存在零序谐波环流时，可断开其他发电机组接地线上的刀开关，只保留一台发电机的中性点接地。</p> <p>发电机中性导体上的接地刀开关及接触器的容量，可根据发电机允许的不对称负荷电流及中性导体上可能出现的零序电流选择。</p>
3	3kV~10kV 发电机组的接地方式宜采用中性点经低电阻接地或不接地方式；经低电阻接地的系统中，	<p>【注】：位于民用建筑内的发电机组宜利用建筑物综合接地体，作为发电机组的工作接地和保护接地。建筑物外独立设置的发电机房或发电机组独立设</p>

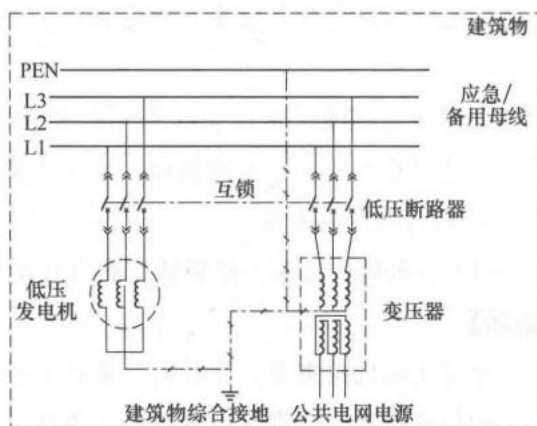
《电气设计控制要点技术指南》

<p>当多台发电机组并列运行时，每台机组均宜配置接地电阻。</p>	<p>置工作接地和保护接地。</p>
-----------------------------------	--------------------

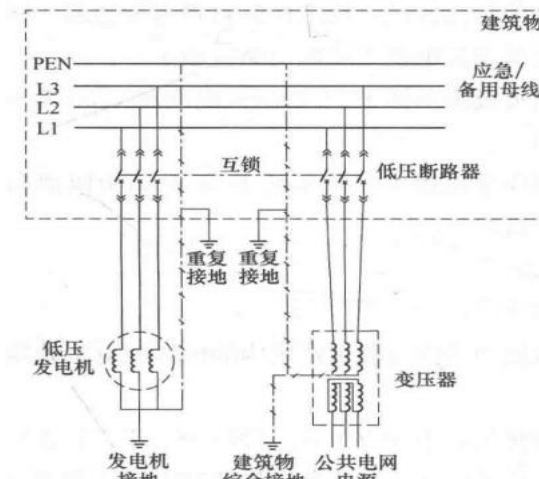
<附> 发电机组位于民用建筑物内/外接地及转换开关做法：



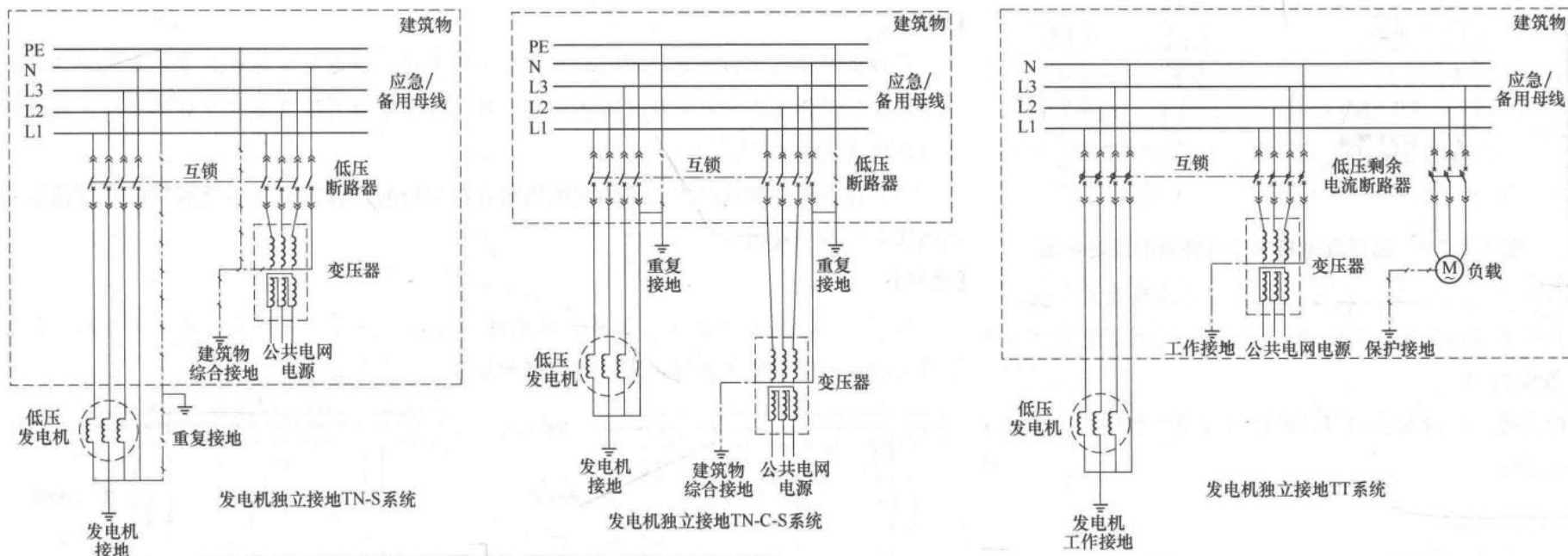
发电机与建筑物低压系统共用接地TN-S系统



发电机与建筑物低压系统共用接地TN-C系统



发电机独立接地TN-C系统



3、不间断电源设备（UPS）

3.1、不间断电源结构型式

序号	UPS 类别	结构型式 (不允许中断供电或允许中断供电时间为毫秒级)
1	双转换 UPS	对电源运行质量要求高的重要场所。将设备从原市电电源上隔离开，将电源从交流转换到直流，然后再转换为交流，以提供最清洁的电源和最高等级的保护。

《电气设计控制要点技术指南》

2	在线交互式 UPS	对电源运行质量要求较高的场所。在市电流入被保护的设备前，根据需要 will 输入市电电压升高或降低，或者使用电池电源。
3	后备式 UPS	对电源运行质量要求一般的场所。让设备一直用市电电源工作，直到 UPS 检测到问题时才切换到电池电源，以保护设备不受电压骤降、浪涌或断电的影响。
<p>常规的 UPS 电源适用于以电力电子元件构成的，能保证连续供电的静止型交流不间断电源。（多数用于实时性数据处理装置系统的计算机设备的电源保障方面。）</p> <p>【注】：不间断电源使用的蓄电池必须具有在短时间内输出大电流的特性，一般要求蓄电池供电时间在 10min 左右。</p> <p>1、不间断电源用于电网电源发生故障后，为保证用电设备按照操作顺序停机时，一般蓄电池供电时间可取 8~15min。</p> <p>2、当电路有备用电源时，不间断电源在正常电源停电后，为保证电源的连续性，其蓄电池供电时间一般可取 10~30min。</p>		

3.2、不间断电源容量选择

序号	要求（规范条文）	解读说明
1	为信息网络系统供电时，UPS 的额定输出功率应大于信息网络设备额定功率总和的 1.2 倍；对其他用电设备供电时，其额定输出功率应为最大计算负荷的 1.3 倍。	主要考虑到 UPS 在承受较低功率因数时存在不同程度的降容运行系数。
2	负荷的最大冲击电流不应大于不间断电源设备额定电流的 1.5 倍。	
3	UPS 的蓄电池组容量应由用户根据具体工程允许中断供电时间的要求选定。	蓄电池组容量决定了 UPS 的储能（蓄电池放电）时间。UPS 与快速自动启动的备用发电机配合使用时，其储能时间宜按不少于 15min 设计。

		<p>UPS 与无备用发电设备或手动启动的备用发电设备配合使用时，其工作时间宜按不少于 1h 或按工艺设置安全停车时间考虑。</p> <p>【注】：当 UPS 的输入电源直接由自备柴油发电机组提供时，其与柴油发电机容量的配比不宜小于 1:1.2。蓄电池初装容量的供电时间不宜小于 15min。（一般在正常电源失电 5min 内，柴油发电机都已启动且进入正常运行发电状态，可向 UPS 供电，另外考虑到蓄电池长期使用后的衰变情况，对于容量较大且有人维护的 UPS，其蓄电池初装容量 15min 已足够。）</p>
--	--	---

4、逆变应急电源（EPS）

EPS 仅考虑作为应急照明系统备用电源，其容量选择要求如下：

序号	要求（规范条文）	解读说明
1	EPS 的额定输出功率不应小于所连接的应急照明负荷总容量的 1.3 倍。	要求额定输出功率为最大计算负荷的 1.3 倍主要是考虑到 EPS 在承受较低功率因数时可能存在不同程度的降容运行情况。
2	EPS 的蓄电池初装容量应按疏散照明时间的 3 倍配置，有自备柴油发电机组时 EPS 的蓄电池初装容量应按疏散照明时间的 1 倍配置。	<p>规定 EPS 的蓄电池初装容量按疏散照明时间的 3 倍配置，主要是考虑到初装容量的蓄电池在使用一定年限后，其实际容量的衰变情况，加上可能平时对蓄电池的维护、管理不到位，应急时满足不了应急照明所要求供电时间。</p> <p>EPS 在额定输出功率下，应急供电时间不应小于标称额定工作时间，应急供电时间一般为 30、60、90、120、180min 五种规格，还可以根据用户需要选择更长的，但其初装容量应保证应急时间不小于 90min。</p>
3	EPS 单机容量不应大于 90kVA。	规定 EPS 单机容量不大于 90kVA，主要是考虑不希望 EPS 单机容量做的过大，单台 EPS 应急供电的范围太广。

5、不同类型自备应急电源适用范围

序号	自备应急电源种类	容量	工作方式	持续供电时间	切换时间	切换方式	使用寿命	成本	节能与环保	适用范围
1	UPS	<800kW	在线、热备	10min~30min	<10ms	在线或 STS	寿命较短，一般 5 年~8 年	造价高	电源自身发热（效率 90%），同时也造成了电能的损耗	计算机房、实验室等，一般适合电阻、电容性等负载
2	动态 UPS	<1700kW	热备	标准条件 12h	0.03s~2s	ATS	使用寿命较长	成本及维护费用高	热备用工作方式，噪声大，有震动，有污染	对大容量且电能质量要求高的负荷，如整条生产线
3	EPS	0.5kW~800kW	冷备、热备	60min、90min、120min 等	0.1s~2s	ATS	使用寿命在 20 年左右	造价较高	离线式工作，耗电 0.1%左右(效率 85%~95%)，节能，噪声小，无震动，无公害	消防、建筑场所，适用于电阻性照明负载、电感性电机、电容性负载以及混合负载，带载能力强
4	HEPS	0.5kW~800kW	热备	60min、90min、120min	<10ms	STS	使用寿命在 20 年左右	略高于 EPS，低于 UPS	节能，噪声小，无震动，无公害	高强气体放电灯、医疗抢救设备、通信设备等
5	燃气发电机组	500kW~2000kW	冷备、热备	标准条件 12h	0.6s~1.5s	ATS 或 手动	使用寿命较长	土建复杂，设备成本较高	平时不耗电；工作时，噪声低，振动小，污染小，节能	大型建筑物、大型电信局等
6	柴油发	2.5kW~2	冷备、	标准条件	5s~30	ATS 或	寿命较长，	成本低，辅助	平时不耗电，工作时	大型建筑物内专用发

《电气设计控制要点技术指南》

	电机组	500kW	热备	12h	s	手动	一般在 10 年以上	设施、运行费用高	噪声大, 有震动, 排烟, 有污染	电机组
7	UPS+发电机	>800kW	在线、冷备、热备	标准条件 12h	<10ms	在线或 STS	同 UPS	同 UPS	同 UPS	同 UPS
8	EPS+发电机	2.5kW~800kW	冷备、热备	标准条件 12h	0.1s~2s	ATS 或手动	同 EPS	同 EPS	同 EPS	同 EPS
9	汽轮发电供热系统	>50MW	旋转备用	标准条件 12h	30s	ATS 或手动	使用寿命在 30 年左右	高	节能	大型石化企业电网电力缺额运行, 对外联络线故障跳闸

注：工业类、社会类重要电力用户自备应急电源典型配置，可参考《重要电力用户供电电源及自备应急电源配置技术规范》GB/T 29328—2018 附录 D 表 3、表 4。

四、变配电所设计

1、所址选择

变电所的所址选择应经技术经济等因素综合分析和比较后确定：

序号	选址要求（规范条文）	解读说明
1	深入或靠近负荷中心。	深入或靠近负荷中心，缩短低压供电半径，降低电能损耗，减少电压损失，提高电压质量，节省线材，节约有色金属。
2	进出线方便。	宜接近电源侧，高压进线和低压出线方便。

《电气设计控制要点技术指南》

3	设备吊装、运输方便。	应方便设备运输、装卸和搬运。
4	不应设在对防电磁辐射干扰有较高要求的场所。	不宜设在对防电磁干扰有较高要求的设备机房的正上方、正下方或贴临，当设置在上述场所时，应采取防电磁干扰的措施。且不应设在有剧烈振动或高温的场所。
5	不宜设在多尘、水雾或有腐蚀性气体的场所，当无法远离时，不应设在污染源盛行风向的下风侧。	设置位置应考虑便于配变电所通风。
6	不应设在厕所、浴室、厨房或其他经常有水并可能漏水场所的正下方，且也不宜与上述场所贴临，如果贴临，相邻隔墙应做无渗漏、无结露等防水处理。	配变电所应避开建筑物的伸缩缝、沉降缝处；并应避免积水、洪水、消防水沿汽车坡道、通风管井等其他渠道淹渍配变电所的可能。 【注】： 同时也不应设在爆炸危险场所的正上方或正下方，当贴临时其隔墙的耐火等级应为一级，门应为甲级防火门。
7	变电所为独立建筑时，不应设置在地势低洼或可能积水的场所。	独立设置的配变电所、变压器室、电容器室不宜朝西开窗，确有困难时应采取加装遮阳挑檐、机械通风及植树等防西晒措施。 不宜设在积水场所的正上方，如避不开，变电所应采取防水防潮措施。且不应设在住宅或其他居住建筑的正上方、正下方或贴临。
8	变电所可设置在建筑物的地下层，但不宜设置在最底层。 变电所设置在建筑物地下层时，应根据环境要求降低湿度及增设机械通风等。当地下只有一层时，尚应采取预防洪水、消防水或积水从其他渠道浸泡变电所的措施。	根据多年来的经验总结，设置在建筑物地下层的变电所遭水淹渍、散热不良的现象确有发现。尤其在施工安装阶段常常出现上层有水漏进变电所，或地下防水措施未做好，或预留孔未堵塞而造成变电所进水而遭浸泡，影响变电所安全运行的情况都不可忽视。 【注】： 除地下室只有一层外，变电所不应设在最下一层。地下只有一层时，应采取设置电缆夹层、适当抬高变电所地面、设置机械排水泵坑等防水措施。 变电所的具体位置和设置要求最终以当地电业局要求为准。（如南方电网要求所有变配电房需设置在地上；山东济宁要求公变必须设置在地上，专变可以设置在地下。）

9	<p>民用建筑宜按不同业态和功能分区设置变电所，当供电负荷较大，供电半径较长时，宜分散设置；超高层建筑的变电所宜分设在地下室、裙房、避难层、设备层及屋顶层等处。</p>	<p>民用建筑低压供电半径一般不宜超过 300m, 过大可能造成电压损失过大或保护开关不能保护线路末端短路。对建筑高度大于 100m 的超高层建筑，变电所可分散设置在地下室、避难层、设备层或楼顶等场所，但应注意解决设备的垂直运输及高压电缆敷设方式问题。</p> <p>【注】：民用建筑低压供电半径具体以当地电业局规定为准。（如南方电网一般不超过 250m，山东济宁要求 200m。）</p>
---	--	--

2、设备选择

2.1、变压器选择

配电变压器选择应根据建筑物的性质、负荷情况和环境条件确定，并应选用低损耗、低噪声的节能型变压器。

序号	要求（规范条文）	解读说明
1	<p>配电变压器的长期工作负载率不宜大于 85%；当有一级和二级负荷时，宜装设两台及以上变压器，当一台变压器停运时，其余变压器容量应满足一级和二级负荷用电要求。</p>	<p>在民用建筑中，变压器的季节负载变化很大。变压器制造商家常推荐将变压器采取强冷措施，允许适当过载运行。使用单位为了减少首次安装容量，往往接受此措施。其实变压器在此情况下运行是不经济的，不宜提倡。长期工作负载率应考虑经济运行，不宜大于 85%。当两台变压器设有联结，一台变压器停运时，可以利用强冷措施，允许不超过 30%短时过载。</p>
2	<p>供电系统中，配电变压器宜选用 Dyn11 结线组别的变压器。</p>	<p>Dyn11 结线组别的变压器比 Dyn0 结线组别的变压器具有明显优点：</p> <ul style="list-style-type: none"> （1）限制了三次谐波，有效的削弱了零序电流对电网造成的污染，减小了零序电流在变压器中无谓的有功及无功损耗，提高电能质量。 （2）降低了零序阻抗，允许应用于三相不平衡负荷较大的配电系统中。 （3）增大了相零单相短路电流值，对提高单相短路电流动作断路器的灵敏度有较大作用，有利于降低整定变压器低压侧总开关动作电流值，加大供电距离。

3	<p>设置在民用建筑内的变压器，应选择干式变压器、气体绝缘变压器或非可燃性液体绝缘变压器。</p>	<p>主要是这些变压器的防火性能比油浸式变压器好，在民用建筑中应采用防火性能更安全的变压器。另外采用干式变压器，变电所的防火要求也比油浸式变压器低。在民用建筑中，人员密集，若发生火灾危害生命安全和财产安全，应降低火灾危害，给工作和生活在里面的人以更大的安全感。</p> <p>【注】：民用建筑内变压器可根据具体情况选择，干燥场所可选择绕线干式变压器或浇注干式变压器；潮湿场所可选择浇注干式变压器；电压等级 35kV 的场所可选择气体绝缘变压器；在绿色建筑中可选择非可燃性液体绝缘变压器。</p>
---	---	--

变压器台数应根据负荷特点和经济运行条件进行选择。
当符合下列条件之一时，宜装设两台及以上变压器：

序号	要求（规范条文）	解读说明
1	有大量一级或二级负荷。	为保证一级和二级负荷供电要求，当有一级和二级负荷时，宜装设两台及以上变压器，当一台变压器停运时，其余变压器容量应满足一级和二级负荷用电要求。
2	季节性负荷变化较大。	季节性负荷容量较大或冲击性负荷严重影响电能质量时，宜单独设置变压器。
3	集中负荷较大。	集中负荷过大，宜单独设置变压器。
4	变压器容量过大。	<p>配电变压器的长期工作负载率不宜大于 85%，容量过大时，应增设变压器。</p> <p>【注】：变压器低压侧为 0.4KV 时，单台变压器容量不宜大于 2000KVA，当仅有一台时，不宜大于 1250KVA，预装式变电站变压器容量采用干式变压器时不宜大于 800KVA，采用油浸式变压器时不宜大于 630KVA。</p>

各类变压器性能比较表

《电气设计控制要点技术指南》

类别	油浸式变压器		气体绝缘变压器	干式变压器	
	矿物油变压器	硅油变压器	六氟化硫变压器	非包封绕组干式变压器	环氧树脂浇铸变压器
价格	低	中	高	较高	较高
安装面积	中	中	中	小	小
绝缘等级	A	H	E	C	H 或 F
燃烧性	可燃	难燃	不燃	难燃	难燃
耐湿性	良好	良好	良好	弱	优
耐潮性	良好	良好	良好	弱	良好
损耗	大	大	稍小	大	小
噪声	低	低	低	高	低
重量	重	较重	中	轻	轻

2.2、主接线及电器选择

主接线系统构成应满足当地供电部门的技术要求及相关规定。无具体规定时，可参考下表：

	主配变电所	分配变电所	
		单台变压器容量 ≤1000kVA (10/0.4kV) <1000kVA (20/0.4kV)	单台变压器容量 ≥1250kVA (10/0.4kV) ≥1000kVA (20/0.4kV)

《电气设计控制要点技术指南》

主接线	单电源：单母线不分段。	每台变压器应设置现场开关，不宜隔室操作。	
	一主一备电源： 1、单母线分段，带母联。 2、单母线不分段，主备电源互锁接入一段母线。		
	双电源同时运行：单母线分段，带母联。		
	双电源同时运行：单母线分段，无母联。		
出线	按线路保护设计	每台变压器设置开关柜，采用开关加熔断器保护方式。 对于重要负荷设置断路器柜，采用微机继电保护装置保护方式。	每台变压器设置断路器柜，采用微机继电保护装置保护方式。
	按变压器保护设计（放射式供电）	每台变压器设置开关柜，不设保护，开关仅作为现场检修断点。 变压器温度信号、开门信号送至主配变电室出线柜。	每台变压器设置断路器柜，不设保护，断路器仅作为现场检修断点。 变压器温度信号、开门信号送至主配变电室出线柜。 断路器操作电源采用直流电源或大容量 PT 提供。
母联	有人值守变电站，母联宜采用手动投入方式。	不宜设置母联。	

《电气设计控制要点技术指南》

	重要的无人值守变电站母联采用自动投入方式。	
	有合环运行要求的变电站宜采用连接片(压板)方式,选择手动/自动投入。	
计量	按电源数量设置计量柜。	如无按变压器分别计量的要求,不设置计量。
电容	无高压用电设备时,不设置高压无功补偿。	

配变电所设计采用的设备和器材,应符合国家、地区和行业的有关产品技术标准,应优先选用技术先进、经济适用、节能的成套设备和定型产品,不得采用淘汰产品。设备的绝缘水平应满足所在地区的供电部门技术要求。

序号	要求(规范条文)	解读说明
1	35kV及出线回路较多的20kV或10kV变电所,电源进线开关宜采用断路器。35kV、20kV或10kV变电所,35kV侧及有继电保护和自动装置要求的20kV或10kV母线分段处,宜装设与电源进线开关相同型号的断路器。20kV或10kV侧无继电保护和自动装置要求的母线分段处,可装设负荷开关或负荷开关熔断器组合电器。	<p>选用断路器时,35kV系统宜选用真空断路器或SF6断路器,20kV及以下系统宜选择真空断路器。</p> <p>高压分段母线间的连接线不宜采用电缆,母线分段开关宜采用与电源进线开关相同型号断路器,但在同时满足符合下列条件时可采用隔离开关或隔离触头组:</p> <ol style="list-style-type: none"> (1) 事故时手动切换能满足供电要求。 (2) 不需要带负荷操作。 (3) 无继电保护或自动装置要求。
2	20kV或10kV变电所,当供电容量较小、出线回路数少、无继电保护和自动装置要求时,变电所20kV或10kV电源进线开关可采用负荷开关熔断器组合电器。	<p>【注】: 高压开关柜宜优先采用下进线、下出线方式,并应具有“五防”功能。若高压开关柜采用上进上出线时,进出线柜体尺寸宜适当加宽或加深。</p> <p>金属成套开关设备“五防”功能:</p> <ol style="list-style-type: none"> (1) 防止误分、误合断路器; (2) 防止带负荷拉合隔离开关;

		<p>(3) 防止带电挂接地线（合接地开关）；</p> <p>(4) 防止带接地线关（合）断路器（隔离开关）；</p> <p>(5) 防止误入带电间隔。</p>
3	<p>当同一用电单位由总变电所以放射式向分变电所供电时，分变电所电源进线开关选择应符合下列规定：</p> <p>(1) 电源进线开关宜采用负荷开关，当有继电保护要求时，应采用断路器；</p> <p>(2) 总变电所和分变电所相邻或位于同一建筑平面内，且两所之间无其他阻隔而能直接相通，出线断路器能有效保护变压器和线路时，分变电所的进线可不设开关；</p> <p>(3) 分变电所变压器容量大于或等于 1250kVA 时，其高压侧进线开关宜采用断路器；小于或等于 1000kVA 时，其高压侧进线开关可采用负荷开关或负荷开关-熔断器组合电器，此时应将变压器温度信号上传。</p>	<p>(1) 规定采用能带负荷操作的电器，是为了就地操作而不需要到总配电所去操作。</p> <p>【注】：前提条件是放射式供电和无继电保护要求</p> <p>(2) 是指与总配电所与变电所在同一间建筑平面内或与分配变电所通过门或相连走道相邻的，在进线处可不设开关电器。</p> <p>【注】：前提条件是放射式供电和无继电保护要求</p> <p>(3) 分变电所变压器进线开关一般作为就地隔离检修用，可能存在带电操作，目前多数负荷开关电器只能分断 1000kVA 变压器的空载电流，故要求大于或等于 1250kVA 的变压器进线开关采用断路器。</p> <p>可体现为：</p> <p>电源以树干式供电，变压器容量$\geq 1250\text{kVA}$时，应装设断路器和继电保护装置；变压器容量$\leq 1000\text{kVA}$时，可装设负荷开关-熔断器组合电器；</p> <p>电源以放射式供电且无继电保护要求，变压器容量$\geq 1250\text{kVA}$时，宜装设断路器；变压器容量$\leq 1000\text{kVA}$时，宜装设负荷开关；</p>
4	<p>当 35kV、20kV 或 10kV 的开关设备选用真空断路器时，应装设过电压吸收装置。</p>	<p>过电压吸收装置多为避雷器，现在的市场产品有自带过电压吸收装置的，有不带的。所以当配变电所采用真空断路器时，除本身具备低截流水平等防止操作过电压措施的真空断路器外，应配置金属氧化物避雷器或阻容吸收器进行过电压保护。</p>
5	<p>对于电压为 0.4kV 系统，开关设备的选择应符合下列规定：</p>	<p>当低压母线分段开关采用自动投切方式时，采用的断路器应符合下列要求：</p>

	<p>1、变压器低压侧电源开关宜采用断路器。 2、当低压母线分段开关采用自动投切方式时，应采用断路器。 3、低压系统采用固定式配电装置时，其中的断路器等开关设备的电源侧，应装设隔离开关。当母线为双电源时，其电源或变压器的低压出线断路器和母线联络断路器的两侧均应装设隔离开关。</p>	<p>1、应装设“自投自复”、“自投手复”、“自投停用”三种状态的位置选择开关。 2、低压母联断路器自投时应有一定的延时，当电源主断路器因手动、过载或短路故障分闸时，低压母联断路器不得自动合闸。 3、有防止不同电源并联运行要求时，两个电源主断路器与母联断路器只允许两个同时合闸，3个断路器之间应有电气连锁。 【注】：为减小同一母线段上的成排固定式低压配电装置检修停电范围，应在低压出线开关电源侧设置隔离电器或隔离触头组。存在电源反馈可能的固定式低压配电装置，宜在低压出线开关负荷侧设置隔离电器或隔离触头组。</p>
6	<p>配变电所应装设无功补偿装置，并宜根据功率因数调节原则采用低压电容器分组自动循环投切方式；当电力系统谐波含量较高时，宜选用串联电抗器的低压电容器组；当分组电容器按各种容量组合运行时，应避开谐振容量。</p>	<p>在工频频率下，电容器的容抗比系统感抗大的多，不会产生谐振。但对高次谐波，系统感抗大大增加，而容抗减小，就有可能产生并联或串联谐振。这种谐振会使谐波电流放大几倍至几十倍，对电容器及串联的电抗器形成很大威胁。为抑制谐波所串电抗器的电抗率应略高于发生谐振的电抗率，用以消除并联谐振的产生条件。 UPS、变频器、软启动器的多脉冲全桥整流器产生的主要谐波成分为5次、7次、11次；电子镇流器、气体放电灯、计算机、调光装置产生的主要谐波成分为3次、5次。 当主要谐波为5次及以上时，串联电抗器比率宜为4.5%~7%；当主要谐波为3次及以上时，电抗率宜为12%~14%。 【注】：民用建筑中的变电所，补偿用电力电容器装置的单组容量，不应大于1200kvar，容量过大，标准柜体不能满足要求。</p>

3、设备布置

《电气设计控制要点技术指南》

配变电所设备布置必须遵循安全、可靠、适用和经济等原则；应便于安装、操作、搬运、检修、试验和监测；并留有发展余地。

序号	要求（规范条文）	解读说明
1	<p>民用建筑内变电所，不应设置裸露带电导体或装置，不应设置带可燃性油的电气设备和变压器，其布置应符合下列规定：</p> <p>1、35kV、20kV 或 10kV 配电装置、低压配电装置和干式变压器等可设置在同一房间内；</p> <p>2、20kV、10kV 具有 IP2X 防护等级外壳的配电装置和干式变压器，可相互靠近布置。</p>	<p>配变电所内可能含油的装置包括油浸变压器、高压少油断路器、电容器介质油及含油电缆等。</p> <p>35kV 配变电所主变压器、接地变压器和消弧线圈、35kV 配电柜、10kV 并联电容器装置宜分别设置于各自独立的专用隔间内。</p> <p>对高低压配电装置与干式变压器设置在同一房间，国内外都较普遍，但各地供电部门要求不一，应按当地供电部门要求实施。具有 IP2X 防护等级外壳靠近布置时，一般可留有 200mm~500mm 间距，以利于散热及减少变压器振动对配电柜的影响。</p> <p>与高低压配电装置设在同一房间内的干式变压器应具有不低于 IP2X 防护外壳；并注意罩壳应具有良好的自然通风条件，并应采取变压器加温控自启动风机等有利空气对流通风散热措施。当干式变压器外壳防护等级高于 IP20 时或存在其他影响变压器散热的情况，宜按变压器制造商约定的技术要求降容使用。</p> <p>干式变压器应配装过热保护装置，其主要功能应包括：温度传感器断线报警，启停风机、超温报警/跳闸，三相绕组温度巡回检测及最大值显示等。</p> <p>【注】：1、选用干式变压器绝缘等级不应低于 F 级。</p> <p>2、现在使用的干式变压器防护外壳，很多已达到 IP5X 的水平，防护等级越高，其散热性越差，选择时应根据实际情况合理确定防护等级。</p>
2	<p>配电装置室内宜留有适当数量的备用位置。0.4kV 的配电装置，尚应留有适当数量的备用回。</p>	<p>民用建筑变电所的高、低压配电装置的数量，因建筑物的使用性质、对象的变更，而需增加配电装置数量或增加供电容量的情况时有发生，在设计时应留有适当数量的配电装置位置，以方便以后的增加，应根据该建筑物的具体情况分析确定预留备用位置的数量。</p> <p>对于 0.4KV 系统，为使用方的临时供电或增加某些设备或在使用中某个回路损坏需尽快恢复供电等提供方便，增加一定数量的备用回路是非常必要的，一般可预</p>

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/768125077053007002>