

[供配电系统]

工程项目供配电系统的设计和应用

文/中国中材海外科技发展有限公司 潘国军

以某水泥厂为研究对象，根据国际和国内电气相关设计标准和规范，结合多年从事工程项目电气工程设计和施工的经验，对项目高压、中压和低压相结合的供配电系统设计原则和供配电系统的设计特点进行论述。

该项目所在地属于温带和亚热带气候，地势平坦，年最高温度为35℃，最低气温为零下5℃，温差变化较大。年平均降雨为920 mm，最大降雪 10 cm，最大风速45 m/s，平均海拔为260 m。项目为新生产线和旧生产线共用一个总降压变电所，在原有旧变电所基础上更换新主变压器并配置新的中压柜，最终满足新生产线和旧生产线同时运行生产。

项目总装机容量42 000 kW，电网电源进线提供132 kV电压至总降压变电所，总降压变电所设计两台主变压器和两组馈电6.6 kV主开关柜，满足两条生产线同时运行。分别从两组馈电6.6 kV主开关柜引出电源，在主变电所内将电力分散馈电至每个车间6.6 kV开关柜，再由车间6.6 kV开关柜送电至各个车间电气室。最终由车间电气室完成中压电能分配和低压配电系统电力分配，满足工程项目设备正常生产运转。

整个配电系统设计负荷计算采用需要系数法，根据设备功率乘以需要系数和同时系数直接求出计算负荷，根据计算结果合理选择变压器容量、电气设备和电缆。根据短路电流计算对高压电气设备和载流导体进行校验，满足设备热稳定性和动稳定性要求，并整定继电保护装置。根据供电部门要求对电力配电系统进行无功补偿，进一步提高系统功率因数。

总降压变电所

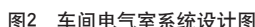
总降压变电所是工厂供电系统和地区电力网的连接枢纽。同时对工厂内部各车间用电进行技术经济指标考核。该总降压变电所户外由132 kV进线配电装置、两合同型号40 MV·A电力变压器、输电电缆和防雷设施等组成；户内部分包括6.6 kV中压配电设备、继电保护自动装置、电压调整器、变压器运行监控器和辅助设施等。

总降压变电所设计要点：两台同型号变压器并列运行，通过电压调整器设定其中一台为主变压器，通过主变压器电压调整器发出电动机构分接位置信号给另一台变压器，另一台变压器同步调整保持两台变压器电压变化一致。配置中压限流柜对户内中压配电系统进行过电流保护，尽管中压柜本身都带有过电流保护，但是断路器的机械保护时间较长，作为全厂最重要的配电系统，在设计过程中增加一道安全防线，限流柜内的熔断器熔断速度为几十微秒，熔断速度是断路器的几十倍，能够在线路过负荷时迅速切断电路，保护整个配电系统安全。另外在两组中压馈电线路之间设计了母联柜，通过母联柜可以实现两组馈电线路联通，当其中一台变压器故障后，母联柜可以相互投切，另一台变压器可以满足一条生产线正常生产和另一条生产线所有的一级负荷和二级负荷正常使用。总降压变电所系统设计图如图1所示。



供配电系统的稳定性和安全性，同时节省项目初期投资并满足项目运行时最大经济效益。

车间电气室设计要点：电源从总降压变电所进入车间电气室中压进线柜，再由中压进线柜分配给中压电动机和车间变压器，由车间变压器降压后将低电压分配至电气室各个低压配电柜，并最终供应到现场用电设备。车间电气室系统设计如图2所示。



离逐渐减小直至为零,使串入电动机转子回路中的电阻值由最大逐渐平滑减小为零,使电动机转速逐渐平滑达到额定转速。从而实现绕线式大中型电动机的重载平滑起动。中压就地补偿电容柜与中压电

动机并联连接,直接提供负荷所需的无功功率,以改善电动机起动和运行性能,提高配电系统功率因数,减轻主变压器的负荷,提高电能质量。

水泥厂为自动化控制程度较高的企业,所以低压配电系统采用放射式配电系统,供电可靠性高,故障发生后影响范围小,切换操作方便,保护简单,便于自动化控制。低压电容补偿采用自动集中补偿形式,能够对配电网的低压侧进行就地补偿,提高变压器的有功负荷,降低网损;同时能够在低压灵活地部署自动投切装置,分组投切运行,并能够自动跟踪低压侧的动态无功功率,从而能够对无功功率进行瞬时补偿,避免了无功功率欠补偿与过补偿的现象,能够确保功率因数控制在合理的区间。在设计时考虑预留10%的备用的回路和10%的备用空间,这样可以方便后期工程项目实际运行中增加回路。使用TN-S方式供电系统把工作零线N和专用保护线PE严格分开,系统正常运行时,专用保护线上没有电流,只是工作零线上有不平衡电流。PE线对地没有电压,所以电气设备金属外壳接零保护接在专用的保护线PE上,对于人员的保护安全可靠。

车间电气室设计优势:通过技术和经济比较,

中压电动机起动采用液阻柜加中压就地补偿的方式,这种方式运行稳定技术可靠,维护方便,同时大大降低了初始投资,放射式低压配电系统供电可靠性高,故障发生后影响范围较小,切换操作方便,保护简单,非常有利于自动化控制,并考虑项目后期长远发展预留配线回路。

应急发电系统

根据项目特点和技术要求,柴油发电机组将用于全厂应急供电使用,在电网停电时,为了保护篦冷机、回转窑和冷却风机,中控室和重要润滑设备不因突然停电而停止运转,同时保证应急照明系统和火灾消防系统供电。应急柴油发电系统中通过控制器在线监测电网电压,当电网突然停电时,自动起动柴油发电机,通过应急配电系统将应急电源输送至各个车间电气室。配电室中应急电源进线采用双电源自动切换开关,当市电停电后,柴油发电机起动,双电源开关自动投切到应急电源回路。当市电恢复供电后,自动投切到市电回路,避免两路电源同时并列运行和柴油发电机组逆向送电。应急发电系统如图3所示。

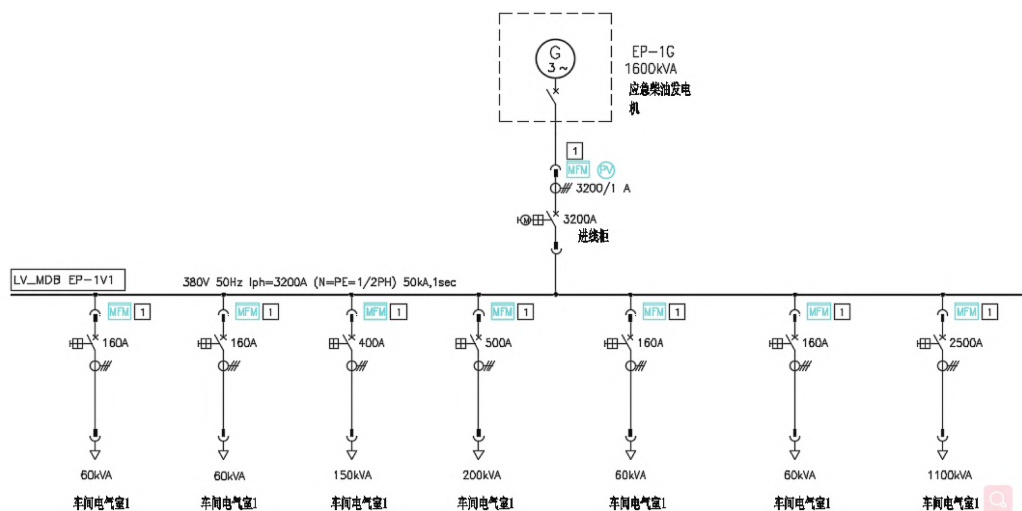


图3 应急发电系统

结束语

供配电系统设计应贯彻执行国家技术经济政策,保障人身安全,供电可靠,技术先进经济合理。供配电系统设计时,根据负荷性质、用电容量、工程特点和区域供电条件,合理确定设计方案和设备选型。本

文结合工程实际对供配电系统中压、低压和应急柴油发电系统进行论述,在实际使用中灵活方便,有效地保护了供配电系统的安全性和稳定性。EA

(收稿日期:2021-07-12)