

To Improve Reliability of Power Supply Security

Peng CUI

Thermal Power Plant of Huhhot, Inner Mongolia, Huhhot, 010080

Abstract

In Hohhot thermal power plant since the launch of security section of the auxiliary power system design, the main purpose is: in the auxiliary power was lost in the equipment operation state, since the launch system can provide the important low-voltage motor power supply shall be started automatically, to ensure that important auxiliary system can start operation, ensure reliable and safe shutdown of the unit, Hohhot thermal power plant in order to realize the goal of diesel generator, the hardware and software optimization, logic improvements were made to quickly toggle switch, so as to achieve the security of power optimization, improve the reliability.

Key Words

Servo Valve, Security Power Source, The Motor, Diesel Generator, A Quick Switch, Logic

DOI:10.18686/dljisyj.v1i2.362

提高保安电源的可靠性

崔鹏

呼和浩特热电厂, 内蒙古呼和浩特, 010080

摘要

在呼和浩特热电厂保安段厂用电自启动系统设计的主要目的是: 在机组运行中厂用电全失状态下, 自启动系统可以对重要低压电动机提供电源予以自动启动, 以此确保重要的机组辅助系统能够启动运行, 确保机组的可靠、安全停运, 呼和浩特热电厂为了实现该目标, 对柴油发电机进行了硬件及软件优化, 对快速切换开关进行了逻辑改进, 从而达到了保安电源优化, 提高了可靠性。

关键词

保安电源; 电机; 柴油发电机; 快速切换开关; 逻辑

1. 引言

呼和浩特热电厂3号发电机为哈尔滨电机厂有限责任公司制造的QFSN-350-2型三相、二极、隐极式转子同步汽轮发电机, 发电机出口电压为20KV, 由汽轮机直接驱动, 其旋转方向从汽轮机头向发电机看为顺时针。发电机采用“水氢氢”冷却方式, 即: 定子绕组及其引线、出线采用水内冷, 转子绕组采用氢内冷, 定子铁芯及端部采用氢气表面冷却。机座内的氢气由转子两端的浆式风扇进行闭式循环^[1]。

为确保厂用电失压情况下重要负荷不失去电源, 每台机组设380V保安段IIIA(IVA)、IIIB(IVB)两段, 380V保安PCIIIA(IVA)段电源分别取自380V锅炉

PCIIIA(IVA)、380V锅炉PCIIIB(IVB)段, 380V保安PCIIIB(IVB)段电源分别取自380V锅炉PCIIIA(IVA)段、380V锅炉PCIIIB(IVB)段。每台机组设置一台柴油发电机组作为应急保安电源。柴油发电机组能够在接到启动指令后22秒内可靠启动, 并加至满载(感性)^[2]。

保安系统设计的原理:

在呼和浩特热电厂保安段厂用电自启动系统设计的主要目的是: 在机组运行中厂用电全失状态下, 自启动系统可以对重要低压电动机提供电源予以自动启动, 以此确保重要的机组辅助系统能够启动运行, 确保机组的可靠、安全停运, 呼和浩特热电厂为了实现该目标,

三号机对图 1 中的自启动系统进行设计,该系统的主要功能为:

(1) 运行机组厂失电后,火电厂中的柴油机就会自动检测失电故障,及时启动运行,同时向快速切换开关提供电源。

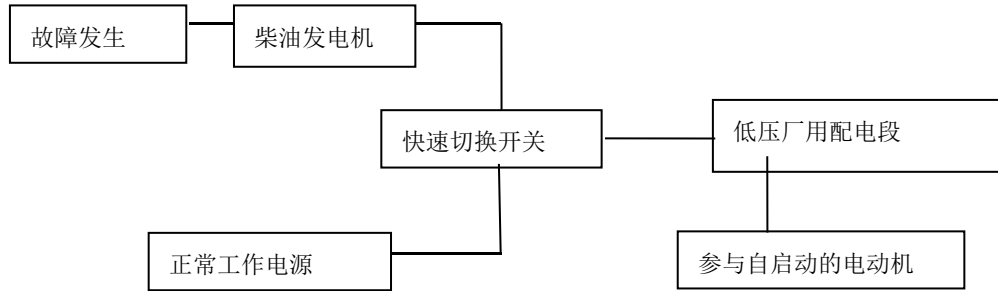


图 1 低压厂用电自启动系统的架构图

2. 系统升级设计需要解决的关键问题

在呼和浩特热电厂中,为了能够使得低压厂用电自启动系统的应有功能得以实现,切实保障机组能够安全停运,首先深入分析与考察了该保安段当前的设备与控制系统,结果显示,机组本身存在有待升级设计条件,所以,必须对以下主要问题进行有效解决:

首先,提升紧急备用电源事故中的启动成功率。现阶段,机组柴油机能够在任意保安 PC 段丧失供电状态下自启动,在出口电压为 80%额定电压之上,就会自动合上柴油机断路器,输送电源到快速切换开关中,该设计的缺点是会导致柴油机自启动失败,可能无法输送紧急备用电源到 ASCO 开关中^[4]:

(1) 因为某些因素可能导致柴油机启动失败,这就需要集控室中的值班工作者从集中控制室到柴油机房手动复位,待报警消失后,才能再次启动柴油机,该过程需要 3~6 分钟,因为失电时间较长,会严重破坏用电设备。

(2) 柴油机出口开关未能成功合闸,柴油机不能将电源提供给低压配电段。柴油机出口开关不仅存在电气开关保护,同时还存在 PLC 闭锁信号,如果存在 PLC 闭锁信号,它不能成功合闸,同时柴油发动机出口开关还有检同期闭锁合闸功能,在同期误判的情况下,柴油机出口开关闭锁合闸。

(3) PLC 本身在备用期间故障。若厂用电全部失去,

(2) 快速切换开关检测到正常电源失电,满足柴油机电源和切换条件后,会自动切换低压配电段电源到柴油机中,由此低压配电段就会再次处于带电状态。

(3) 在这种情况下,参与自启动的电动机在再重新对配电段提供电力后就会自动启动,从而确保重要的辅机系统能够安全、平稳停运^[3]。

本质上应使柴油机发出柴油机启动指令,若柴油机备用过程中出现 PLC 故障,而且相关值班工作者没有及时发现,那么这种状态下就会导致全厂失电事故的发生,不能正常启动柴油机,进而导致难以想象的后果^[5]。

(4) 全面优化快速切换开关逻辑,确保柴油机可以接带自启动负载。全面优化 ACSO 开关切至柴油机的判据,确保柴油机能够及时接带启动负荷。并对 ASCO 接带两段 PC 顺序进行合理有效的设置,也就是说,首先,柴油机对保安 PC2 段的负荷予以接带,延时大约 5 秒后,就可接带 PC1 段的负荷。

(5) 综合保护测控装置对其自启动功能进行设计与开发,确保电动机在不可预知情况下丧失电源后能够重新带电启动。

(6) DCS 热控逻辑中对电动机自启动逻辑进行开发与设计,确保电动机在不可预知情况下丧失电源后能够重新带电启动。

对以上问题进行综合分析可知,必须智能化改造机组柴油机,同时有效设计切换开关判据,改造低压电动机的自启动装置等^[6]。

3. 柴油机的智能化优化

为不断提升事故状态下柴油机成功接带低压厂用电源成功率,应该从软件与硬件层面优化升级柴油机,确保柴油机在优化后能够实现参数与状态的实时监视,

同时具有集控操作台前复位报警与报警 DCS 显示等功能。

3.1 优化柴油机硬件

在优化柴油机硬件方面,关键是增加硬件设备,以此保证在集控室中将柴油机报警信息、参数实时显示,且在紧急状态下可以远方进行复位柴油机报警信号,若柴油机完成了硬件优化工作,那么就可以使工作人员及时观察的柴油发动机的状态,以确保在柴油发电机出现异常情况时可以及时发现并消除故障,从而保障柴油机具有良好的备用性能,而且还能在柴油机首次未能成功启动情况下选择远方复位报警信号,确保柴油机能够在短时间内再次启动。

3.1.1 柴油机硬件优化方案

在对柴油机硬件进行优化之前,柴油机与柴油机相关设备的故障报警、数据监测及数据统计等均由其就地机头控制柜显示,而且柴油机 PLC 系统和机头控制柜采用二次信号线进行相关数据的传输^[7]。所以,要想保证柴油机报警信息与参数在集控室显示出来,仅需增加一套适用于柴油机机头控制柜的显示器即可,通过数据线连接机头控制柜中的显示器和 CPU 控制板,同时在机组集控室中的控制台中设置显示器,便于电厂值班工作者对柴油机实际备用状态进行监视与检查。此外,还需改造柴油机 PLC 输出与输入控制回路,确保柴油机在出现故障时,能够发出报警声音并能在远方复位该报警信号,不影响柴油机的正常启动。

3.1.2 柴油机硬件优化的具体实施

在和柴油机生产商沟通与交流后,意见达成统一:在柴油发电机本体操控系统保持不变的基础上,从以下方面优化火电厂柴油机的硬件:

(1) 增加设计柴油机控制柜输出显示屏,使用单色液晶屏作为显示屏,并在显示屏中显示所有参数、故障报警、设备状态以及事故追忆等^[8]。

(2) 将常闭按钮串入 PLC 电源回路中,在集控室操作盘前设置按钮,按下该按钮时,PLC 电源断开,PLC 失去电源;放开该按钮后,PLC 回路导通,PLC 系统恢复运行,柴油机报警信号得以复归。

(3) 将继电器串入在柴油机控制器的机组故障二次回路中,通过继电器辅助触点对声音报警系统进行有效控制,在 PLC 存在故障输出时,接通声音报警系统并进行声音报警,而且报警控制回路具有自保持功能,值班工作人员进行手动复位的情况下,才可以停止报警声音,在集控室中放置声音报警系统,其主要作用是告知值班工作者柴油机有故障,且柴油机界面会将柴油机报警信息显示出来,由此值班工作者就能够依照报警信息对相关故障进行有效处理,确保柴油机备用的安全性与可靠性^[9]。

(4) 因为 ASCO 开关本身存在同期判别能力,所以将柴油机 PLC 中的机组 ZKK 同期合闸、同期检测及同期信号二次回路接线拆除,保证柴油机出口断路器不会被同期检测,极大的确保了柴油机出口断路器的安全合闸,而且不会受到相关条件的影响与束缚,由此提升成功合闸的概率。

(5) 在 PLC 系统中输入 GPS 时间信号,以保证柴油机参数正确实时的上传显示,同时也为事件追忆提供了便利。

3.2 柴油机软件优化

3.2.1 软件优化方案

在对柴油机软件进行优化前,其软件主要存在以下问题:当柴油机正常工作后,柴油机的断路器由于闭锁条件过多可能导致闭锁该断路器合闸;柴油机启动信号所包含的工况缺乏全面性;和快速切换开关没有太大密切相关性。所以,本研究与柴油机定期启动试验相结合,必须全面优化与升级柴油机 PLC 的控制系统,确保柴油机在优化后能具备的功能包括:接收快速切换开关与 DCS 启动信号后,柴油机能够实现无延时自启;检测到柴油机运行信号与自启信号后,柴油机出口开关能够自动合上;一键完成柴油机定期启动试验^[10]。

3.2.2 柴油机软件的优化步骤

和生产柴油机的厂商交流之后,优化升级了某火电厂的柴油机与其出口断路器,PLC 运行模拟器试验通过后,在 PLC 控制器中输入优化后逻辑,具体内容包括:

1) 完成优化的柴油机停止或启动逻辑

从表 1 可以看出,柴油机 PLC 控制其将自启指令发出的条件包括:a.柴油机自动运行模式,受到保安

PC1、2 段 ASCO 开关启动命令或试验启动命令以及远方启动命令; b.柴油机没有紧急停止信号的触发; c.柴油机无异常信号告警^[11]。

表 1 系数 K 的取值

地址代码	名称	地址代码	名称	地址代码	名称
M0.0	DCS 启	Q2.2	机组故障	I0.2	试验模式
I0.7	DCS 启机信号	I0.6	保安 2 段 ASCO 信号	I2.4	急停信号
M0.1	DCS 停	I1.3	机组运行信号	I0.1	自动模式
I1.0	DCS 停机信号	I1.4	集控室启动信号	Q0.0	自启动信号
I0.5	保安 1 段 ASCO 信号				

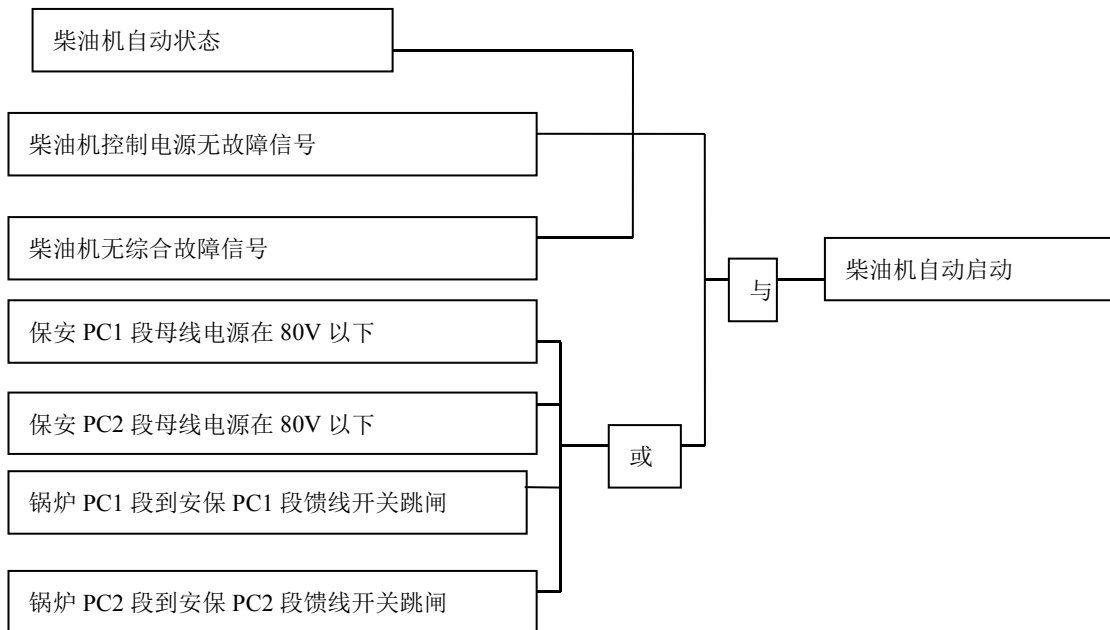


图 2 柴油机发电机逻辑示意图

从根本上说,由于柴油机具有不全面的启动信号涵盖工况,因此,本文主要研究优化柴油机热控逻辑,并对一些启动判断逻辑进行了添加,如图 2 所示。如果利用热工逻辑对传送的启动指令进行判断的话,柴油机必须要符合以下条件的任意一个即可: a.集控远方对柴油机实施手动启动,以保证顺利启动; b.柴油机应该保持在自动控制的工作状态,在柴油机组未出现柴油机故障信号与电源故障信号情况下,保安 PCI 段的母线电压在 80V 以下; c.柴油机应该保持在自动控制的工作状态,在柴油机组未出现柴油机故障信号与电源故障信号情况下,保安 PC2 段的母线电压在 80V 以下; d. 柴油机

应该保持在自动控制的工作状态,在柴油机组未出现柴油机故障信号与电源故障信号情况下,锅炉 PC1 段供保安 PC1 段开关跳开; e. 柴油机应该保持在自动控制的工作状态,在柴油机组未出现柴油机故障信号与电源故障信号情况下,锅炉 PC2 段供保安 PC2 段开关跳开; 若启动柴油机后没有出现异常信号,那么会通过 PLC 逻辑始终处于运行状态,除非 DCS 将停运指令发送给柴油机 PLC 控制系统^[12]。柴油机停运必须满足以下条件: a.柴油机运行过程中在没有接收到保安 PC1 段和保安 PC2 段中的 ASCO 的启动命令延时 2min; b.接收 DCS 远方停运命令。

2) 完成优化的柴油机机端断路器合闸逻辑

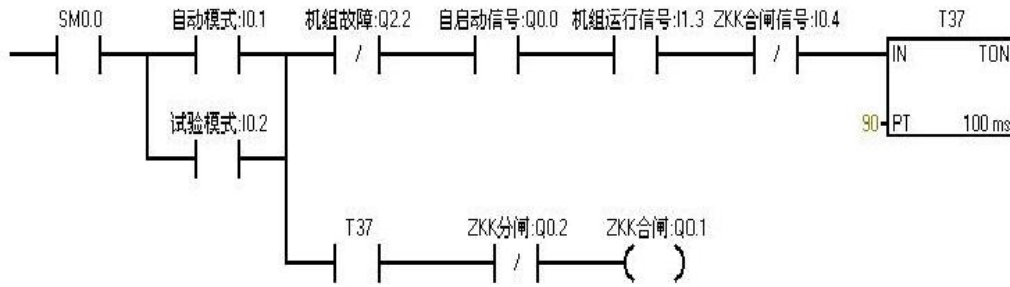


图3 柴油机优化后的出口断路器合闸逻辑

表2 出口断路器合闸逻辑的地址代码

地址代码	名称	地址代码	名称	地址代码	名称
Q0.2	ZKK 分闸指令	Q2.2	机组运行信号	I0.1	自动模式
Q0.1	ZKK 分闸指令	I1.3	机组故障	Q0.0	自启动信号
I0.4	ZKK 分闸指令	I0.2	试验模式		

从图3、表2可以看出,如果柴油机PLC控制器能够发送出去出口断路器合闸指令应该满足以下条件: a. 柴油机处于试验模式或者自动运行模式; b. 柴油机接收自启动指令; c. 柴油机没有机组故障信号; d. 柴油机处于运行状态; e. 柴油机没有接收分闸指令; f. 柴油机出口断路器处于分闸状态。若同时满足以上条件,延时大

约9s后,出口断路器就会收到合闸指令。

柴油机接收启动指令后处于启动运行正常后,出口断路器合闸出现在延时大约9s后,同时提供柴油机电能到PC配电段备用电源接口。

3) 完成优化的出口断路器分闸逻辑

表3 逻辑内部的地址代码名称

地址代码	名称	地址代码	名称	地址代码	名称
Q0.2	ZKK 分闸指令	I1.3	机组运行信号	Q0.0	自启动信号
I2.2	差动保护信号	Q1.0	手动模式输出	I1.1	故障报警

从表3可以看出,柴油机PLC将出口断路器分闸指令发送出去需要满足以下条件: a. 柴油机处于自动状态,柴油机无自启动信号; b. 接收总故障报警信号后,柴油机运行信号延时大约3s; c. 柴油发电机无运行信号; d. 柴油机动作为跳闸的保护动作^[13]。

总而言之,升级改造之后的柴油机,在很大程度上提升了其可靠性,改造和优化低压厂用电自启动系统,以保证符合工作要求。

4. 迅速切换开关的设计逻辑

4.1 切换开关的实况

在设计呼和浩特热电厂三号机时,参照国外相对先进的设计技术,保安PC段的备用电源快速切换开关为美国原装ASCO开关。切换速度很快,可以精确到毫秒级,其特色功能为存在两路供电电源的机械闭锁装置,有效避免了两路电源并列现象的出现。正常切换两路电源期间,因为开关控制器存在同相位捕捉功能,也就是说,频率差为±0.2Hz,电压差为±0.5%,相角差为±5°,能够有效避免电动机出现重启现象,而且也能够有效避免由于切换不同步而导致突波电流出现异常,进而导致电动机轴系扭曲或者开关误跳等^[14]。在优化之前,ASCO正常工作电源主要由锅炉PC提供,备用电源为

柴油机,电源在断电的时候,系统检测到柴油机启动正常后将切换开关到备用电源,否则将无法切换。当 ASCO 开关检测到工作电源恢复后,延时 10s,自动切回主电源供电,切换前检测两路电源,满足同期条件后,将开关切到正常电源供电模式上。

4.2 制定快速切换开关方法

由于研发人员没有完全了解 ASCO 开关,同时应用了 ASCO 开关与柴油机同期功能,造成 ASCO 开关同期功能和柴油机同期回路出现矛盾与冲突,所以,本研究优化升级了柴油机同期功能。同时为进一步提升切换 ASCO 开关到备用电源带电的速度,还必须优化 ASCO 检测备用电源是否满足条件,当柴油机符合带电条件时,应及时对 ASCO 开关进行切换。此外,依照低压厂用电系统负荷容量计算所得结果,本研究选择启动柴油机后,先切换保安 PC2 段的 ASCO 开关,并在 5s 后切换保安 PC1 段的 ASCO 开关,由此可以保证柴油机接带 PC 配电段负荷。所以,升级 ASCO 开关后必须实现以下几点:

(1) 在事故发生期间,首先要对柴油机启动进行检测并且符合接带自启动负荷要求,然后切换 ASCO 开关到备用电源。

(2) 在事故发生期间,通过 ASCO 开关检测结果显示工作电源全失,柴油机启动,并由 ASCO 开关对电源可用性进行判断,以判断电源是否可以正常工作。

(3) 切换 ASCO 开关到备用电源供电之后,柴油机不能因为低压电动机群起出现过负荷现象,引发跳闸。

4.3 优化实施快速切换开关

本改进和 ASCO 开关生产商交流沟通之后,进一步优化了 ASCO 开关。

首先,ASCO 开关能否具有切换供电电源的功能进行检测的条件是对火电厂供电电源频率与电压进行判别。ASCO 开关优化前,备用电源的电压超过额定电压的 80%,频率在 49.0~50.3HZ 的情况下,电源可用,当进行优化后,取消频率判据,将电压变为额定电压的 98%。为了实现由柴油机供电给 ASCO 开关供电时,柴油机可以接待自启负荷,本研究根据额定电压 98% 的值核算柴油机自启容量,具体计算过程为:

第一步对安保 PC2 段进行计算,依照公式 2-4 将自

启电源容量计算出来,即:

$S = SG - S_j = 1200 - 150.3 - 62.1 = 987.6$ 。依照公式 2-3 得出:

$$pd = \frac{(U_0 - U_1) * \eta * \cos \varphi}{U_1 * X * K_{av}} * S = \frac{(0.98 - 0.75) * 0.97 * 0.8}{0.75 * 0.2035 * 4.5} * 987.6 = 25665 > 249.5 \text{ kW}$$

在对安保 PC1 段进行计算,延时 5s 后,安保 PC2 段动态负荷电流下降至额定电流之下,在这种状态下,可视其动态负荷为静态负荷,以对安保 PC1 段自启容量进行计算。依照公式 2-4 将自启电源容量求出来,即:

$$S = SG - S_j = 1200 - 150.3 - 62.1 - 249.5 * 0.85 = 775.525 \text{ kW}$$

依照公式 2-3 得出:

$$pd = \frac{(U_0 - U_1) * \eta * \cos \varphi}{U_1 * X * K_{av}} * S = \frac{(0.98 - 0.75) * 0.97 * 0.8}{0.75 * 0.2035 * 4.5} * 775.525 = 219 > 50 \text{ kW}$$

对上述计算结果进行优化,切换 ASCO 开关使电压为额定电压的 98%,在这种情况下,柴油机自启容量依旧能够与相关要求相满足,然而,该情况下判定 ASCO 开关电压接近柴油机的额定电压,只要有所波动就无法满足切换条件,不能实现切换,所以,本研究必须优化柴油机的运行电压,也就是对柴油机油门不断调控,以保证柴油机在 415~420v 电压范围内运行^[15]。

其次,柴油机由 ASCO 开关继电器干接点作为启动信号,ASCO 开关在备用工作方式下或者保安 PC 失电状态下就将柴油机启动信号发送出去,该优化方案有助于保安 PC 失电后,以实现采用硬线对柴油机进行直接启动,并且在 ASCO 处于备用电源供电情况下,以保证相应的启动信号可以被柴油机始终接收到。

5. 效果检查

经过以上修改,与 2016 年 7 月委托内蒙古电科院进行调试,达到了预期目标,完全能够确保重要的机组辅助电机能够启动运行,确保机组的可靠、安全停运。

参考文献

- [1]肖亮.某火电厂低压厂用电自启动系统升级设计与应用研究[D].华北电力大学(保定),2014.
- [2]陈子华.处理电机紧急重启动系统隐患提高装置设备的安全[J].化工自动化及仪表,2008,35(1):83-86.
- [3]李振斌,戴海荣,陈新和等.陆水电厂备用电源黑启动系统[J].长江工程职业技术学院学报,2006,23(3):6-7.
- [4]侯炜,严伟,石铁洪等.基于数字化技术的火电厂电气监控管理系统方案[J].电力系统自动

- 化,2013,37(3):93-97.
- [5]唐颖,阚哲.火电厂调试期间厂用电中断的原因及其处理方案研究[J].科技展望,2015,(5):86-86.
- [6]王剑功.火电厂调试期间厂用电中断原因分析及处理[J].广东科技,2014,(6):60-61.
- [7]晏丽.厂用电监控系统在火电厂的应用[J].能源与节能,2015,(2):8-9,110.
- [8]张明敏.火电厂节能降耗的必要性与措施研究[J].科学时代,2015,(9):64-64.
- [9]蔡锋,张明泽.火电厂厂用电率计算方法及其降低措施[J].中小企业管理与科技,2014,(33):307-308.
- [10]赵正聪.基于物联网的火电厂厂用电能效管理系统[J].智能计算机与应用,2013,3(5):66-69,74.
- [11]黄湘.我国火电厂厂用电现状及节电途径[J].中国电力,2006,39(9):7-11.
- [12]段存林.火电厂中厂用电快切装置的应用探讨[J].城市建设理论研究(电子版),2012,(26).
- [13]梁兵.火电厂直接空冷低压厂用电源二次系统的优化设计[J].中国电业(技术版),2014,(3):51-53.
- [14]李骏,李锡芝.火电厂互为备用低压厂变保护配合浅析[J].华东电力,2002,30(7):20-23.
- [15]裘免毅,王青春,郭凯等.火电厂低压厂用电系统接地保护误动问题分析[J].内蒙古电力技术,2015,33(2):31-34.