

[变压器]

大型石化企业自备电站厂用电增设起备变设计

文/中国成达工程有限公司 赵 普

针对某大型石化企业自备电站锅炉及汽机母管制的设计和电气系统单元接线之间存在的可能影响厂用电稳定性的问题，提出了增设1台启动/备用变压器的方案设计。该系统经安装、调试、运行后，增加了自备电站运行方式的灵活性和厂用电系统供电的可靠性，给企业的安全生产提供了有力的保障。

运行现状

自备电站内设有4台50 MW的汽轮发电机，发电机出口电压为10.5 kV，每台发电机经双绕组升压变压器（10.5/36.75 kV）与石化企业厂区内220 kV总变电站35 kV电厂母线连接，构成发电机变压器单元组接线。

高压厂用电系统电压为6 kV，电源由本发电

机变压器单元组的变压器低压侧引接，经高压厂用变压器（10.5/6.3 kV）供给该机组的厂用负荷。每台机组设2段6 kV厂用母线，双套辅机的电动机分别接在2段母线上，2段母线由同1台厂用高变供电，同时2段母线的备用电源分别引自现有起备变对应的6 kV母线。以1#机组为例，系统单线图如图1所示。

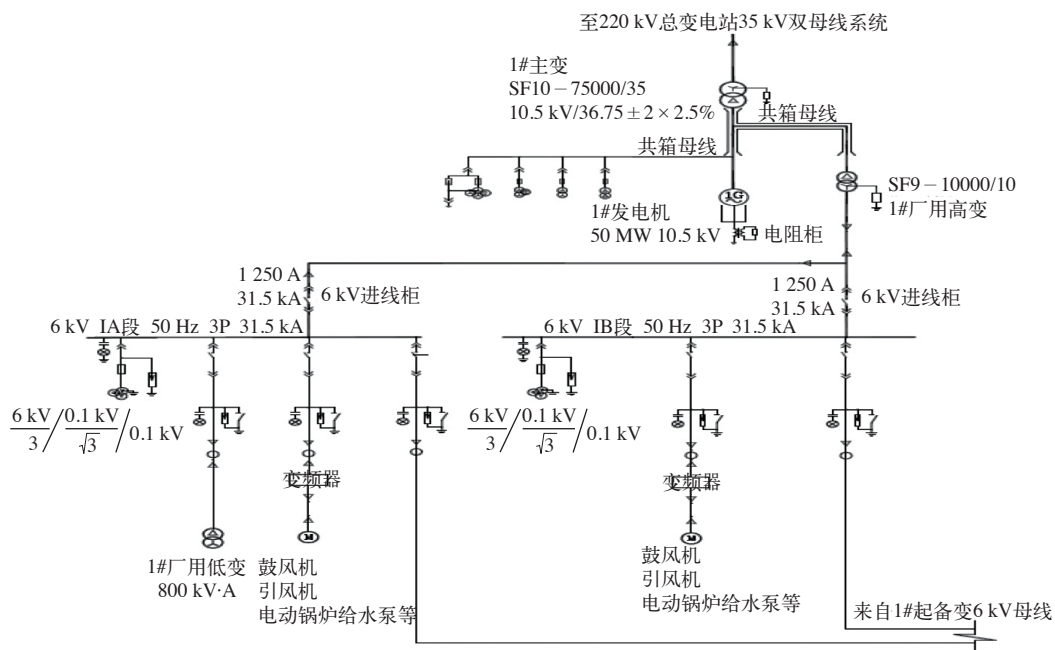


图1 1#机组系统单线图

自备电站内设置1台35/6.3 kV 20 MV·A启动/备用变压器，单独设置1段起备段母线。起备段和厂高变对应的工作段为放射式连接，采

用8根6 kV电缆分别和工作段的备用电源连接，备用方式采用明备用。起备段系统单线图如图2所示。

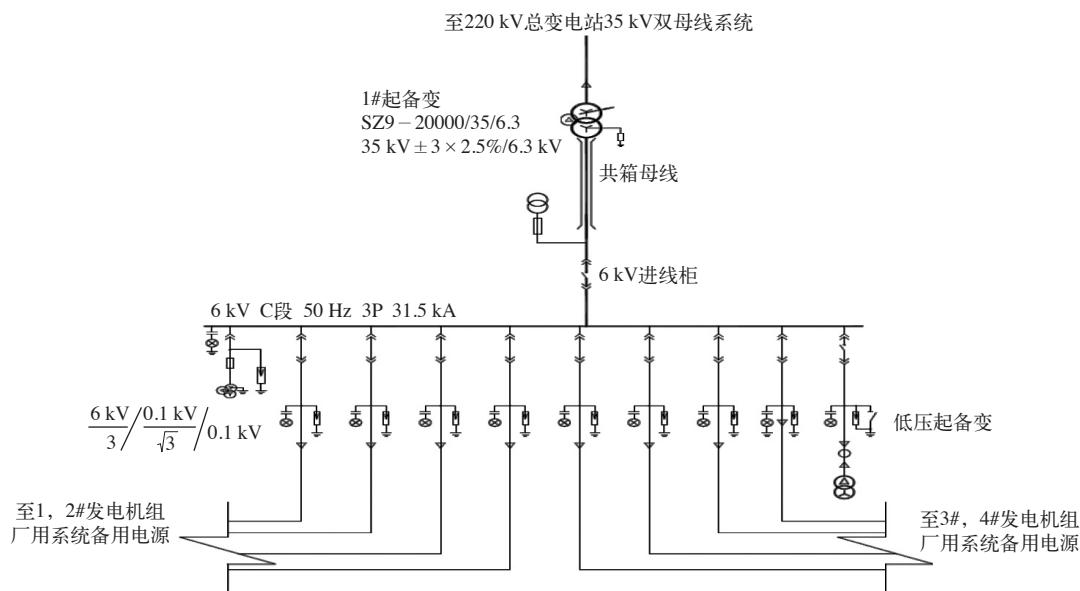


图2 起备变系统单线图

根据石化行业生产装置对蒸汽用量的需求，正常运行时，采用“以汽定电”，发电为辅的方式。正常情况下按3台锅炉4台汽轮机或4台锅炉4台汽轮机运行、事故情况下仅2台锅炉运行进行设计。

汽机和锅炉负荷的供电正常时由其对应的发电机出口供电，当发电机不运行时由20 MV·A的起备变供电给锅炉负荷，起备变容量按同时供电2台锅炉负荷设计，经过核算，起备变可同时供电3台锅炉负荷（2台锅炉满负荷+1台锅炉60%运行）。3台锅炉同时运行属非常极端的工况。

在3台锅炉运行（2台锅炉满负荷+1台锅炉60%运行）时，虽然起备变能满足供电要求，但1台起备变同时供电3台锅炉，如果发生故障，则可能影响3台锅炉的供电，即在此非常极端的工况下，供电可靠性不高。

在3台锅炉满负荷的情况下，起备变运行在额定容量，没有设计裕量，同时也存在供电可靠性问题。

自备电站内因工艺系统运行方式变化，有可能造成机、炉的母管运行方式和机、炉电的单元接线存在矛盾，在发电机和负荷单元不对应的情况下，就需要现有的1台高压起备变提供电源。现有的1台高压起备变作为唯一的电源点，存在供电

的不稳定性，一旦高压起备变因故障失去电源，则影响锅炉的正常运行，进而可能影响全厂的连续生产。

4台50 MW汽轮发电机分别对应2台420 t/h天然气锅炉、2台420 t/h油气混烧锅炉。在考虑企业经济效益最大化的前提下，考虑天然气的价格水平较高，可通过减温减压器的运行工况，尽量少发电或不发电，则会带来较大的经济效益。在减少发电或者不发电的情况下，采用高压起备变作为自备电站工艺设备电源，通过增加1台起备变、采用2路电源，可尽最大可能保证供电的可靠性。

增设起备变方案

为有效解决工艺运行及单台起备变电源无备用的问题，新增1台20 MV·A 35/6.3 kV油浸式变压器。原来的1台20 MV·A起备变作为1#，2#锅炉的备用电源，新增起备变作为3#，4#锅炉备用电源。

新增起备变对应的6 kV起备段共设置10面户内金属铠装封闭中置式高压开关柜，通过6.3 kV 2 500 A共箱母线连接起备变低压侧和6 kV中置式进线柜。新增起备变后的厂用系统单线图如图3所示。

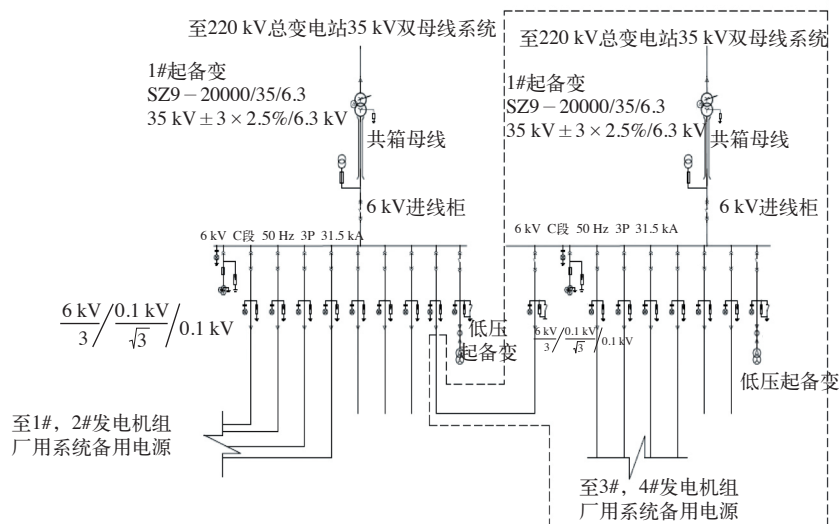


图3 新增起备变后厂用系统单线图

如上图3所示,虚线框内为新增起备变系统。新增起备变后将原起备段放射状对应的4台机组厂用系统的备用电源改为分别对应2台机组厂用系统备用电源。新增起备段设置1面2 000 A母线联络柜,通过6 kV单芯交联聚乙烯绝缘聚氯乙烯护套单芯ZRA-YJV-6/10kV-1×800mm²电力电缆接入原起备变系统1 600 A隔离手车,形成两个起备段之间的单母线分段。

增设起备变工程设计

1. 土建工程设计

由于已运行的厂用系统变电所已无预留位置放置新增的6 kV中压开关柜,因此新增起备变变电所,变电所土建尺寸为16.5 m长×9 m宽,单层建筑,梁底净高3.7 m。变电所内长度和宽度方向各设置2条0.8 m宽、0.9 m深电缆沟,用于外出电缆引出并和原系统变电所对接。

新增20 MV·A起备变绝缘油重8 500 kg、总重38 300 kg,根据GB50060-2008 3~110 kV高压配电装置设计规范第5.5.3条款内容要求,室外设置变压器储油坑7.4 m长、3.4 m宽、1.0 m深,在储油坑底部间距1 m×1 m设置砖支墩(240 mm×240 mm),砖支墩上铺设承载力为8.0 kN/m²的钢格栅板,钢格栅板上铺设400 mm厚、粒径为50 mm的洗净卵石。

新增起备变按第二类防雷设计,在屋顶设置避雷针和镀锌圆钢避雷带作为联合防雷保护。避

雷带采用 ϕ 10 mm镀锌圆钢在女儿墙和屋面抹灰层下暗敷,并在屋面做成不大于10 m×10 m的避雷网,利用结构柱内主筋($\phi > 16$ mm两根)引下做防雷引下线,由上至下焊接连通,形成可靠的电气通路。

2. 电气工程设计

1) 新系统和原系统联络电缆的设计

新增起备段6kV 2 000 A母线联络柜和原起备段6 kV 1 600 A隔离手车因不在同一建筑物内,采用铜母排的方式已不太现实,故考虑采用电缆连接。

按照异常情况下,单台起备变带2段考虑,联络电缆承受10 MV·A负荷并考虑短路电流的热效应,本项目联络电缆选择为ZRA-YJV-6/10 kV-1×800 mm² A级阻燃交联聚乙烯绝缘、护套电力电缆,每相1根,三相“品字形”排列,单芯电缆单端接地。

2) 6 kV大截面电缆在电缆桥架内固定

根据GB50217-2007 电力工程电缆设计规范第6.1.10交流单芯电力电缆固定部件的机械强度,需验算短路电力条件。夹具的抗张强度满足下列公式:

$$F \geq 10 - 7 \times 2.05 i^2 L k / D$$

式中, F 为夹具等固定部件的抗张强度(N); i 为通过电缆回路的最大短路电流峰值(A),取31.5 kA; D 为电缆相间中心距离(m),取71 mm; L 为在电缆上安置夹具等的相邻跨距(m),取0.6 m; k 为安全系数,取3。

经计算取抗张强度按大于15 kN设计,单芯ZRA-YJV-0.6/1 kV-1×800mm²三相共三根“品字形”排列,采用铝合金材质。

3) 原厂用变电所内桥架安装

原厂用变电所设置在除氧间底层,电缆进出

全部采用电缆沟,为满足新增电缆引入,采用架空电缆桥架的方式。电缆桥架托臂采用10#镀锌槽钢,槽钢通过结构梁内植入的两颗M16螺栓固定支撑桥架,安装示意图如图4电缆桥架安装示意图。

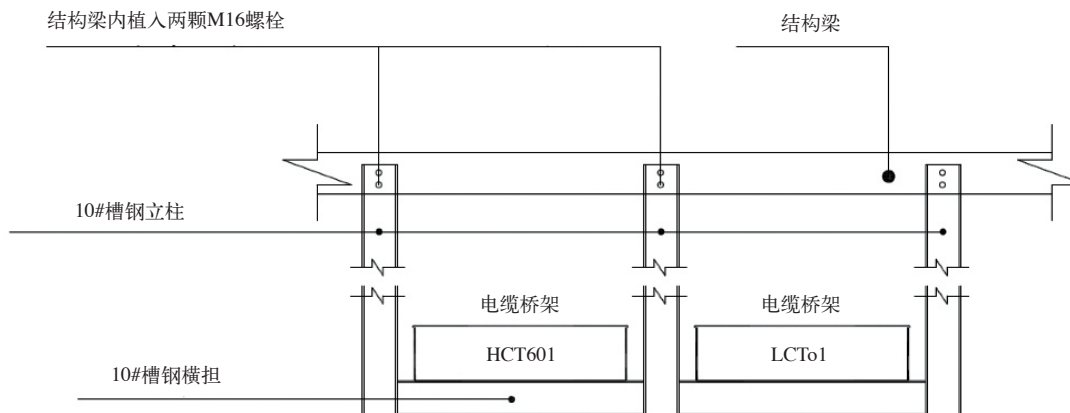


图4 电缆桥架安装示意图

4) 电气综合自动化系统设计

新增起备变变电所设置1面通信接口柜,柜内配置2套以太网交换机、3套站内规约转换装置及2套数字网关机。站内保护装置、表计等智能设备通过专用通信线接入规约转换装置,自以太网交换机敷设2根层绞式内护套、钢带铠装、低烟无卤阻燃外护套单模铠装6芯光缆接入原系统远动管理机,用于原系统监控中心站显示及调度遥控新增变电所。

保护配置

220 kV总变电站至35 kV起备变线路变压器组6kV进线保护主要有以下内容:

1) 光纤差动保护

差动保护、差速保护均瞬时跳起备变两侧断路器。

2) 后备保护

限时速断和过电流保护、零序过电流保护均延时跳本侧6kV断路器。

3) 变压器非电量保护

作用于跳闸的动作量(重瓦斯、压力释放、油温超高、绕组超高共4个)均瞬时跳起备变两侧断路器。35 kV高压侧断路器通过光纤差动保护装置实现跳闸。作用于信号的动作量(轻瓦斯、高油位、低油位、油温共4个)通过6kV侧后备保护

装置实现。

两段起备段快切装置设置

新增起备变变电所内设置1面快切装置控制柜,用于实现两个起备段之间正常情况下的双向切换,事故、母线低电压、工作电源开关偷跳情况下实现工作电源至备用电源的单向切换。快切装置具备快速切换、同期判别切换、残压切换、长延时切换四种切换条件,有串联、并联、同时三种切换方式可供选择,满足现场运行要求。

结束语

化工企业自备电站“以汽定电”的运行原则及锅炉汽机非“一对一”对应的运行方式相比常规以发电为主、锅炉汽机“一对一”的主力电厂存在较大差异,如何更好地保证化工装置的安全平稳运行成为考核自备电站的重要指标。本文通过新增起备变的工程设计,论述了石化企业自备电站采用2台起备变的可行性和合理性,通过运行数据显示此种配置方式给厂用电系统带来了灵活性,为企业的安全生产提供了有力保障。EA

(收稿日期:2017.03.31)

(编辑:白文亭)