

核电厂常规岛消防灭火系统设计的几点建议

王明才, 毛卫兵, 郑民发

(中国能源建设集团广东省电力设计研究院有限公司, 广州 510663)

摘要: 为满足消防灭火系统安全运行、便于维护, 对常规岛厂房内消防系统设计中存在的问题提出了几点改进建议。根据消防系统运行维护手册结合现行消防系统设计规范和运行人员反馈, 对核电厂常规岛厂房内各消防灭火系统进行梳理。提出了消防水分配系统中疏水阀和排气阀设置建议; 提出了常规岛自喷水灭火系统水流指示器和闭式喷头布置注意事项; 提出了励磁机灭火系统的设计原则; 提出了消防系统阀门布置建议; 提出了消防排水系统优化设计建议。改进后的消防灭火系统, 便于运行维护, 可供核电厂常规岛消防设计人员参考。

关键词: 核电厂; 常规岛; 消防设计

中图分类号: TU998

文献标志码: A

文章编号: 2095-8676(2016)03-0063-03

Suggestions on Fire Fighting Design for Conventional Island in Nuclear Power Plants

WANG Mingcai, MAO Weibing, ZHENG Minfa

(China Energy Engineering Group Guangdong Electric Power Design Institute Co., Ltd., Guangzhou 510663, China)

Abstract: Some suggestions have been provided on fire fighting design of conventional island in nuclear power plants from the point of view of safe operation and equipment maintenance. Various fire fighting systems in conventional island in nuclear power plants had been sorted out basing on fire fighting system design specification and operational feedback. Setting recommendations on the traps and exhaust valves as well as design principle of exciter fire fighting system have been proposed. Flow indicator and closed nozzle arrangement precautions and fire fighting system valve arrangement recommendations in conventional island in nuclear power plants have also been provided. This work provides some guidance for Fire fighting designers of nuclear power plants.

Key words: nuclear power plant; conventional island; fire fighting design

随着三代核电技术引进消化、自主创新、全面推广“三步走”战略的稳步实施, 我国核电自主化设计水平越来越高, 形成了一批适用于核电厂的设计规范。但设计规范作为技术条文, 其细节性稍显不足, 不能面面俱到。本文重点对核电厂常规岛消防设计和运行过程中碰到的几个问题提出设计优化建议, 以期为后继核电厂常规岛消防设计提供参考。

1 核电厂常规岛消防灭火系统

核电厂常规岛是由汽轮机厂房、润滑油传送间、

凝结水处理间、通风室等组成的综合性建筑物。常规岛厂房消防灭火系统分布在常规岛内, 主要包括: 室内消火栓系统、电动给水泵水喷雾灭火系统、润滑油传送间水喷雾灭火系统、润滑油室水喷雾灭火系统、密封油控制装置水喷雾灭火系统、凝结水泵水喷雾灭火系统、润滑油管道水喷雾灭火系统、电缆夹层自动喷水灭火系统、常规岛各层楼板下自动喷水灭火系统、常规岛消防水分配系统^[1]。

2 核电厂常规岛消防水分配系统

核电厂常规岛消防水分配系统是布置在常规岛厂房内, 为常规岛各水消防灭火系统输送消防用水的管网分配系统, 主要由环状给水管网、手动检修阀、水泵接合器和气压给水稳压装置组成^[2]。

收稿日期: 2016-09-08

作者简介: 王明才(1978), 男, 山东菏泽人, 高级工程师, 硕士, 主要从事火力发电厂、核电厂循环水、给排水和消防设计工作。

护,并建议采用手动高速水喷雾灭火系统,水喷雾灭火系统的喷头布置应使水雾直接喷向并覆盖保护对象。但实际供货的励磁机均带有防护罩,励磁机供货商认为如果在励磁机外罩内设水喷雾消防管道,当水喷雾系统误动作时,在外罩内的强冷却风作用下,冷却风将会把水汽带至励磁机内部,引起励磁机绝缘降低,甚至短路,易造成主/副励磁机、整流盘等设备损坏;励磁机的本体设计已经考虑防止内部火灾措施,外罩内部诱发火灾的可能性较小,不需要在外罩内部设置水喷雾灭火措施;在外罩内布置消防管道将影响风回路形成、噪音上升、密封性下降。

鉴于励磁机本体设计特点,当励磁机设备自身已考虑消防措施时,消防灭火系统设计方案应按设备制造厂家特定要求执行,同时确保该区域火灾不会蔓延至厂房内的其它区域。因此励磁机水喷雾灭火系统应由原励磁机轴承及其油管路灭火改为励磁机整体设备的防护冷却,确保该区域火灾不会蔓延至常规岛厂房内的其他区域。

5 发电机轴承灭火系统

根据《核电厂常规岛设计防火规范》(GB 50745—2012)、《核电厂防火设计规范》(GB/T 22158—2008)发电机轴承需要防护,并建议采用手动高速水喷雾灭火系统,水喷雾灭火系统的喷头布置应使水雾直接喷向并覆盖保护对象。由于发电机设备接口归口汽机专业负责,且设备外形资料深度不够,在消防设计时难以准确把握发电机轴承的实际尺寸,消防设计人员应参与发电机外形尺寸接口交换中,在设计阶段确认发电机轴承尺寸及布置位置,避免后期对此处消防喷头的变更。

6 常规岛消防系统阀门的布置

常规岛消防系统有检修阀、疏水阀、排气阀、末端试水装置及试水阀等,阀门数量众多。根据规范规定,每季度应对所有的末端试水阀和报警阀组进行一次试验;每月对系统上所有控制阀门的铅封、锁链进行一次检修^[4-6]。但由于常规岛厂房内管道众多,且有检修通道的要求,消防管道大都布置在楼板下方,维护管理不便。在消防管道布置设计时,阀门应尽可能布置在便于操作、维护的地方。所有疏水阀、末端试水装置均可引至0 m层便

于操作的地方;所有排气阀均可从排气点上连接短管引至上一层楼后接排气阀;需确保检修阀上方楼面无其他设备,通过加装阀门连杆来操作;尽可能避免检修阀门布置在楼层5 m以上空间,确实需要布置时,需设置检修平台。

7 消防排水设计

《消防给水及消火栓系统技术规范》(GB 50974—2014)提出需考虑消防排水。由于常规岛内电缆沟、润滑油管沟、低位布置的设备等坑道众多,室内地下排水管道布置困难,无法实现完全自流排水。建议消防排水系统设计可与非放射性含油废水排水系统、生活污水排水系统统筹考虑。在充分论证含油废水调节池和生活污水调节池调节能力的情况下,有非放射性含油废水和生活污水收集的地方,可不单独布置消防排水系统。消防排水直接排入非放射性含油或生活污水排水管网,可减少地下埋管交叉,降低管道布置难度,节省工程投资。

8 结语

核电厂常规岛灭火系统在核电厂安全中具有重要的作用。本文从运行和维护角度,结合设计规范,对核电厂常规岛厂房消防灭火系统进行了梳理,对常规岛自喷水灭火系统、励磁机灭火系统、发电机轴承灭火系统、阀门设置、消防排水系统设计中存在的问题进行了探讨和总结。

对消防水分配系统运行维护中存在的问题,提出了疏水阀和排气阀设置建议。根据工程反馈,提出了常规岛自喷水灭火系统水流指示器和闭式喷头布置注意事项。深入研究励磁机设备特点结合供货商意见,提出了励磁机灭火系统的设计原则。根据运行人员要求结合设计规范,提出了消防系统阀门布置建议。根据常规岛厂房地下管道布置特点提出了消防排水系统优化设计建议。

消防设计人员在按照规范设计的同时,还应从运行、维护的角度去考虑,优化消防系统和布置设计,力求系统布置合理、安全可靠、运行维护方便。

参考文献:

- [1] 龙国庆. 核电站消防系统设计综述 [J]. 给水排水, 2007, 33(3): 88-91.

(上转第62页 Continued on Page 62)

表4 地下二层泵周边的温度对比
Tab. 4 Temperature comparison around pump °C

设计方案比较	给水泵周边1 m范围内	闭式冷却水泵周边1 m范围内	1~2号低加疏水泵周边1 m范围内	3号低加疏水泵周边1 m范围内	凝结水泵周边1 m范围内
工况1	54	49.5	46.3	31.4	40.8
优化设计方案	35.8	34.1	31.7	30.5	36.7

由表4可见,优化设计方案使得汽轮机房地下2层的泵周边1 m范围内的温度大大降低,满足设备运行要求。

5 结论

本文采用CFD软件对核电厂常规岛汽轮机房室内热环境进行了模拟、分析和评价。CFD精细的预测结果,能够为热车间的通风设计提供切实可行的设计策略和方案修正手段,采用CFD的设计方法能够挖掘通风系统的设计亮点,提供了可靠的设计手段,结论如下:

1) 采用CFD软件对其室内热环境进行模拟计算,比常规的通风计算更直观,且能看清汽轮机房内各区域的温度分布情况,对方案的修改具有指导意义。

通过计算,核电厂汽轮机房通风设计方案最终采用的方案为:汽轮机房地下1层沿厂房长度方向的两排柱子间全部开敞的工况,在地下2层离地2 m高处,沿横向G轴和A轴靠给水泵侧设置8台诱导风机,每台诱导风机送风量6 000 m³/h,沿纵向10轴靠闭式冷却水泵侧设置4台新风机,新风

管从标高0 m处向下延伸到地下2层后在新风管侧壁开出风口,每台新风机送风20 000 m³/h。即汽轮机房通风采用工况1修改后的优化设计方案。地下-7.5 m层设置7台50 000 m³/h的辅助通风机和屋面层设置48台50 000 m³/h,经CFD软件模拟计算,该通风方案是可行的,能够较好地满足设备运行环境的要求。

2) 汽轮机房通风优化方案理论上温度超过40 °C的网格点所占的百分比为2%,比例很小,而大部分区域的温度都在35 °C以下,可以满足温度场的要求。

3) 采用了CFD软件对其室内热环境进行模拟分析,可以直观地显示热车间各点的环境温度,对原设计方案的修正能够做到随心所欲,其精细化程度是常规设计无法比拟的。

4) 汽轮机房设备及管道的发热量数据应该由供货商分别提供,其数据和建模的准确性是CFD热环境能耗模拟是否准确的关键因素。

5) 本文研究成果仅为数值模型阶段,拟在该核电厂建成之后,对常规岛汽轮机房内的热环境进行现场测试,通过现场测试验证数值模型方法的正确性,从而为今后核电厂汽轮机房通风方式积累科学的设计依据。

参考文献:

- [1] 龚光彩. CFD技术在暖通空调制冷工程中的应用[J]. 暖通空调, 1999, 26(6): 25-27.
- [2] 李善化, 康慧, 孙相军. 火力发电厂及变电所供暖通风空调设计手册[M]. 北京: 中国电力出版社, 2001: 40.

(责任编辑 高春萌)

(下接第65页 Continued from Page 65)

- [2] 李波, 黄艳君. 核电站中常规岛消防设计特点[J]. 机电工程技术, 2007, 36(12): 103-104.
LI B, HUANG Y J. Design of Conventional Island Fire Protection of Nuclear Power Station [J]. Mechanical & Electrical Engineering Technology, 2007, 36(12): 103-104.
- [3] GB 50745—2012, 核电厂常规岛设计防火规范[S].
GB 50745—2012, Code for design of fire protection for conventional island in nuclear power plants [S].

- [4] GB 50974—2014, 消防给水及消火栓系统技术规范[S].
GB 50974—2014, Technical code for fire protection water supply and hydrant systems [S].
- [5] 杜建英. 大亚湾核电站常规岛消防系统[J]. 电力安全技术, 2006, 8(4): 53-54.
- [6] GB 50261—2005, 自动喷水灭火系统施工及验收规范[S].
GB 50261—2005, Code for installation and commissioning of sprinkler systems [S].

(责任编辑 高春萌)