

浅谈病房建筑电气设计中应注意的问题

以某医院综合病房楼工程实践为例,对当前建筑电气施工图设计中存在的问题与不足进行了初浅分析、探讨,提出了改进建议,以为电气设计人员提高设计水平,优化设计方案提供一些参考。

辛西宏/胜利油田中心医院



辛西宏/工程师

建筑电气是现代建筑工程施工图设计中必不可少的重要组成部分,其设计质量的优劣直接影响着建筑电气系统的工程质量,关系建筑产品能否安全可靠的使用。从笔者多年的工程实践来看,实际的病房楼建筑电气设计中存在着诸多的问题与不足,有些问题甚至严重影响到建筑电气系统安全可靠的运行。下面以笔者参与建设的某医院综合病房楼工程为例,谈谈其建筑电气施工图设计中存在的几个问题,并提出一些建议,以为电气设计人员提高设计水平,优化设计方案提供一些参考。

某医院综合病房楼工程概况:建筑总面积60 000 m²,占地面积8 000 m²,塔楼23层,裙房4层,地下1层,建筑高度96.9 m,框架剪力墙结构,为一类高层民用建筑。负1层为设备用房和消毒供应中心,1层为住院药房和住院部,塔楼2~23层为内、外科病房,裙房2层为综合重症加强护理病房(ICU),3层为心脏护理病房(CCU)和DSA,4层为手术室。该病房楼工程建筑电气系统设计包括:10/0.4 kV级变配电室,变压器及高、低压成套配电设备,备用柴油发电机组,低压配电干线系统,电气动力控制设备及线路,电气照明控制设备及线路,备用及不间断电源,防雷及接地系

统等。

设计深度问题

为确保在建筑工程设计中贯彻执行国家的技术经济政策,做到安全可靠、技术先进、经济合理和维护管理方便,国家建设行政主管部门相继颁布实施了一系列的建筑工程设计规范和和技术标准,以规范和约束建筑工程设计的工作质量和行为。对于建筑电气的设计深度,住房和城乡建设部在《建筑工程设计文件编制深度规定》(建质[2008]216号)中做出了明确要求,但是,目前国内医院建筑电气设计现状不容乐观,达不到设计深度要求的建筑电气工程施工图设计屡见不鲜。如:《建筑工程设计文件编制深度规定》第一章总则里明确规定:施工图设计文件应满足设备材料采购、非标准设备制作和施工的需要。但是,在实际的建筑电气施工图设计中这一条原则规定常常被设计人员忽视。该综合病房楼工程所用电缆设计为低烟无卤阻燃(耐火)交联聚烯烃绝缘聚烯烃护套电力电缆,设计文件中虽然对电缆规格型号进行了标注,却未标明电缆的阻燃级别和耐火等级,设计说明里亦没有注明,给后期业主的电缆招投标工作造成了不便。按照国家标准GB/T 19666—2005《阻燃和耐火电线电缆通则》和公共安全行业标准GA 306—2007《阻燃及耐火电缆塑料绝缘阻燃及耐火电缆分级和要求》,阻燃及耐火电缆分多种阻燃级别和耐火等级,如果设计文件中对电缆的阻燃和耐火等级未予注

关键词/Keywords

建筑电气·
病房建筑·
施工图设计·

明, 业主或施工方就不能掌握设计人员的真实设计意图, 也就不能为业主或施工方的电缆招投标提供技术指导和依据。

建筑电气工程作为民用建筑工程的九大分部工程之一, 具有一定特殊性和危险性。为此, 在建筑电气工程的施工图设计中, 应根据具体的建筑工程特点进行电气设计, 对设计方案和文件进行严格审查, 保证设计文件内容准确有效, 达到应有的深度, 增强设计文件的科学性与可行性。

设计配合问题

建筑工程设计过程是一个由建筑专业总负责, 电气、暖通空调、结构和给水排水等多专业参与、协作互动的过程, 具有交叉作业、综合协调的特点。各专业间及时、认真和有效地进行沟通、配合和互提资料是减少错漏碰缺, 保证设计质量的有效措施。然而, 在建筑工程设计实践中, “闭门造车”现象时有发生。因为专业之间缺少配合, 互提资料不及时, 致使设计图样中存在不少的设计缺陷和错误。施工中时常发生的中央空调系统给、回水管道, 消防喷淋水管道, 通风管道和电气配管之间互相阻碍, 照明灯具与风机盘管的位置冲突, 火灾探测器与空调风口、照明灯具互相阻碍等问题。究其产生的根本原因, 就是因为施工图设计过程中, 专业之间协调配合和互提资料不及时造成的。该综合病房楼工程设计图样中, 在智能建筑设计图样上弱电竖井内设计有楼层网络交换机, 但是在建筑电气设计图样上却没有为网络交换机设置电源; 暖通专业设计图样中各种风机和水泵的数量与建筑电气专业设计图样中控制箱所控制风机和水泵的数量相差达20余台, 为解决用电设备的电源问题, 业主单位不得不协调设计单位进行设计图样修改。

施工图是施工单位开展施工活动的重要依据和指导, 设计图样的完整性、深入性、准确性和合理性在一定程度上影响着工程的成本、进度、质量和安全。因此, 为保证施工图设计质量, 设

计单位应加强设计质量管理, 实施目标管理责任制; 各专业之间应加强协作配合, 保障互提资料的及时性和有效性, 预防和减少设计图样缺陷的发生。

应急电源问题

医院监护病房内大量使用监护仪、急救呼吸机等医疗设备, 且多为容性负荷, 对供电可靠性要求高。按照JGJ 16—2008《民用建筑电气设计规范》, 医院的监护病房为一级负荷, 应由两个电源供电, 当一个电源发生故障时, 另一个电源不应同时受到损坏。该综合病房楼16、17层各设监护病房1间, 其供电电源设计为由双回路末端切换箱引出专用回路为监护病房供电, 另设应急电源系统(EPS)。配电箱接线图如下图所示。

EPS正常运行时, 所带负荷由市电供电, 逆变器不工作。当市电中断或输入电压低于规定值时, 逆变器投入工作, 电池放电经逆变为交流电输出为负荷供电。EPS的逆变应急运行方式和正常运行方式之间的转换通常采用接触器实现, 需要一定的转换时间, 这就意味着EPS由正常运行转换到应急运行状态时, 其所带负荷的电力供应会有短暂的中断。中断时间虽然很短暂, 一般为0.1~0.25 s, 但是对于心电监护仪等容性负荷来说却是致命的, 会使监护仪等生命体征监护设备工作突然中断, 这对危重患者的抢救是极为不利的, 甚至会危及到患者的生命安全。相比较EPS, 广泛使用的在线式不间断电源系统(UPS), 可做到主/备用电源投入“零”转换, 而且UPS还对输入电源进行恒流、恒压处理, 具有“净化”电源的作用, 更适合作为医院监护病房的应急后备电源。

为保证监护病房等一级负荷的供电可靠性, 确保生命支持类设备供电不间断, 发挥应急电源的应有作用, 在实际病房建筑电气设计工作中, 对应急后备电源的选型, 应立足安全可靠和满足医疗工作实际需要, 综合考虑负荷性质、负荷容量、允许中断供电时间和医院工作特点及要求等因素, 做到有的放矢, 确保万无一失。

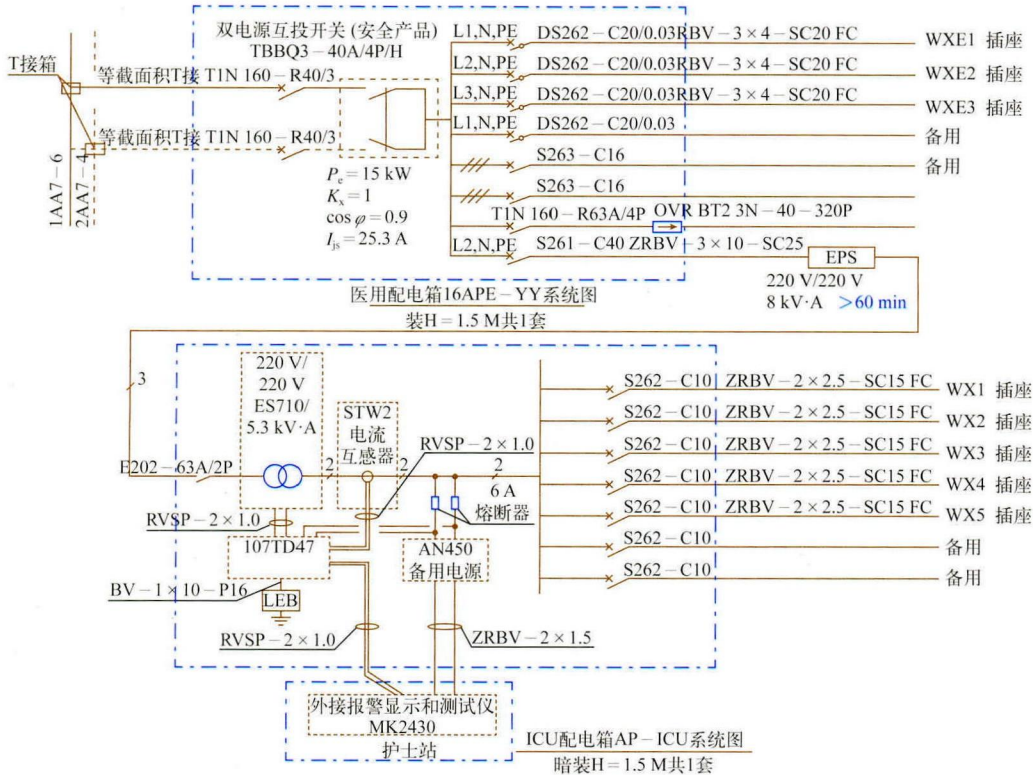


图 配电箱接线电路

配电线路敷设与连接问题

1. 配电主干线与分支干线连接问题

上述提到，监护病房等一级负荷应由两个电源供电。在实际的施工图设计中，如果仅重视电源设计，而忽视了配电线路敷设和连接设计，结果往往会事倍功半。因为，配电线路的敷设方式和分支接头的连接方法在很大程度上决定着配电线路能否安全地运行，决定着一级负荷的供电可靠性。该综合病房楼医用配电箱等二级配电装置电源进线设计为：由地下1层10/0.4 kV配电室低压开关柜馈出专用回路干线电缆，吊顶内用电缆桥架敷设至电气竖井，干线垂直部分用电缆桥架在电气竖井内敷设，至二级配电装置的进线电缆在楼层竖井内与垂直配电干线连接。其中，医用配电箱进线电缆与垂直干线电缆之间的“T”形连接设计采用电缆穿刺线夹实现（见上图）。

电缆穿刺线夹是近年出现的一种用于电线电缆“T”形连接的新型电力金具。使用穿刺线夹进行电缆“T”形连接虽然安装简便，工程成本相对

较低，但是也有其固有缺点，那就是其安装质量不易控制，受施工人员技术水平和操作工艺的影响大；干线电缆绝缘和导体遭到破坏，电缆机械性能降低；连接处不能做到全封闭，导体容易被氧化，使接触电阻变大；后期检查、维护管理成本高，而且维护不当，易引发生火灾事故。再者，电缆穿刺线夹为舶来品，到目前为止，国内仅有少数厂家能够生产电缆穿刺线夹，而且多为国外产品的仿制品，生产技术不够成熟，产品质量参差不齐。工程实际应用中，为了保证安全可靠，业主不得不选择进口产品，增加了工程投资；而且国内多数施工单位缺少电缆穿刺线夹的施工技术和实践经验，即使在厂家工程师的现场指导下进行安装，施工质量也恐难保证，且容易留下安全隐患。

2. 配电线路敷设方式问题

该综合病房楼工程中央空调系统二级配电装置至末端风机盘管之间的配电设计为：由空调系统配电箱配出回路至末端风机盘管。其中，吊顶内走廊段配电线路设计为电缆桥架敷设，桥架至室内风机盘管接线端配线为钢管吊顶内明敷

设。吊顶内电缆桥架、钢导管配线虽然易于施工,且后期检修方便,但是与混凝土现浇楼板内暗配线相比,后者的供电可靠性更高,而且受后期交叉施工的影响小。再者,走廊吊顶内各种管道较多,平面布置困难,为满足规范要求和便于后期检修,往往不得不降低走廊吊顶高度,以高度换空间。该综合病房楼工程的走廊吊顶高度业主要求为3.0 m,但在后期安装施工中,因为走廊吊顶内消防喷淋、通风、给水、医用气体、弱电桥架和强电桥架等难以布置,致使吊顶高度一降再降,最后吊顶高度降到了2.7 m。吊顶高度过低,观感感受会很压抑,病房建筑是为住院患者提供治疗服务的场所,好的住院环境有益于患者的身体康复,反之则不利于患者的治疗。因此,建筑照明、插座和中央空调系统等配电线路敷设方式设计,在不影响建筑结构安全的条件下,应优先考虑混凝土现浇板内暗敷设。

病房楼为人员密集场所,患者人群聚集,一旦发生火灾,因为患者自救能力差,人员疏散和火灾扑救困难,易造成群死群伤恶性事故,社会影响极为恶劣。因此,对于病房建筑配电系统的设计,必须把安全可靠和保障人民群众生命财产安全放在首位,优先选择技术成熟,便于后期维护管理的设备材料用于工程。对配电线路敷设方式的选择,应综合考虑工程条件、环境特点和电缆类型、数量等因素,以及满足运行可靠、便于维护和技术经济合理的要求,避免配电系统出现“先天不足”。

医疗IT系统问题

IT系统是指电源端的带电部分不接地或有一点通过阻抗接地,电气装置的外露可导电部分直接接地。JGJ 16—2008《民用建筑电气设计规范》12.8.6条规定:“在2类医疗场所内,用于维持生命、外科手术和其他位于‘患者区域’内的医用电气设备和系统的供电回路,均采用医疗IT系统。”该综合病房楼的手术室、ICU、CCU以及前面提到的两个监护病房等医疗场所均设计为IT系统供电。其中,16楼监护病房的IT供电系统接线图

见上图。对照08SD706—2《医疗场所电气设计与设备安装》标准设计图集,不难发现该IT系统接线图设计有误,其插座回路配线为ZRBV-2X2.5,体现不出保护接地线,而且在电气平面图和设计说明里也没有对电源插座的接地问题进行阐述和标注,这显然和GB 50054—2011《低压配电设计规范》5.2.21条:“IT系统的外露可导电部分可采用共同的接地极接地,亦可个别或成组地采用单独的接地极接地”的规定不符。如照此图样施工,病房内的电源插座将只有相线和中性线,而没有保护接地线,系统绝缘监视装置亦不能正常工作。当系统内电气设备出现绝缘损坏,发生接地故障时,因为IT系统电源端中性点不接地,对地不能形成回路,故障电流仅为很小的线路对地电容电流,对人体不会造成电击伤害。但如果此时系统内出现了第二次接地故障,因为负荷端的电气设备没有和接地极连接,故障电流可达数十到数百安培,会对人体造成严重伤害。

无论是根据国家标准GB 15050—2008《系统接地的型式及安全技术要求》对IT系统的定义,还是根据JGJ 16—2008《民用建筑电气设计规范》12.8.10条:“在2类医疗场所内,电源插座的保护导体端子、固定设备的保护导体端子或任何外界可导电部分与等电位联结母线之间的导体的电阻不应超过 $0.2\ \Omega$ ”的规定,都可以得出IT系统负荷端电气装置的外露可导电部分不仅要接地,而且接地工作要做好。JGJ 16—2008《民用建筑电气设计规范》12.8.10条同时规定:“在2类医疗场所内,应安装辅助等电位联结导体,并应将其连接到位于‘患者区域’内的等电位联结母线上,实现保护导体、外界可导电部分、抗电磁场干扰的屏蔽物和导电地板隔离变压器的金属屏蔽层之间等电位。等电位联结母线应位于医疗场所内或靠近医疗场所。在每个配电盘内或在其附近应装设附加的等电位联结母线,并应将辅助等电位导体和保护接地导体与该母线相连接。连接的位置应使接头清晰易见,并易于单独拆除。”

正确应用IT系统,可以保证供电连续性,降低

(下转第141页)

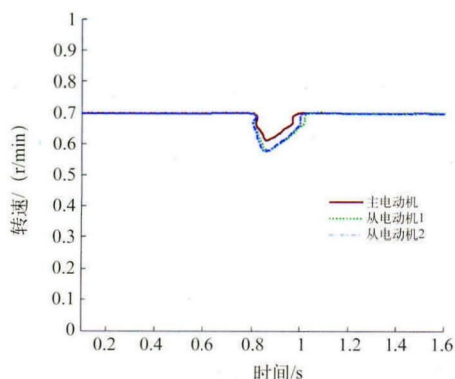


图5 扰动出现时电动机运行效果

一起,主电动机可以得到所有从电动机的反馈信息,从而确保了系统中各电动机可以协同运行。

结束语

本文重点研究了利用PID神经网络算法实现对于多电动机驱动系统的协同控制,充分利用了人工神经网络和PID控制算法的优点,设计了多电动机工作状态下的控制系统。实验结果表明,本文采用PID神经网络算法设计的控制系统,可以很好地跟踪控制目标,跟踪效果和跟踪速度要明显好于模糊PID算法。此外,实验结果还同时表明本文所设计的系统具有很好的抗干扰能力,在出现扰动时,可以快速跟踪变化情况。综合来看,本文

(上接第86页)

人体触电风险;反之,则会危及人身生命安全。对于医疗IT系统的设计应用,设计人员应准确把握规范要求,借鉴标准图设计,防止施工图设计差错的发生。

医院是救死扶伤的医疗机构,病房建筑亦不同于一般的公共建筑,其功能复杂、涉及的电气系统种类多,对设计质量要求高。在实际的病房建筑电气施工图设计工作中,应加强不同设计专业间的协作配合,严格按设计规范和 standards 进行施工图设计,充分体现出设计深度,有效避免设计疏漏和差错的发生。只有这样,才能实现施工图设计文件的最佳优化,从设计源头上保证病房建筑电气工程的质量,为患者和医护人员提供一个安全可靠的医疗环境。

设计的系统性能良好,为实现多电动机系统的协同控制提供了一个新的思路。

参考文献

- [1] 张承慧,石庆升,程金.一种基于相邻耦合误差的多电机同步控制策略[J].中国电机工程学报,2007,27(15):59-63.
- [2] 王庆明,孙怡.基于模糊PID控制的直流电机同步控制系统[J].机电工程,2012,29(5):493-496.
- [3] 赵君,刘卫国,谭博.基于CAN总线的分布式多电机控制研究[J].测控技术,2008,27(8):70-73.
- [4] 杨晨娜,张怡.双电机同步控制系统的设计与仿真[J].工业控制计算机,2009,22(1):36-37.
- [5] 万鹏飞,王莉.基于模糊PID控制的多电机同步控制研究[J].仪器仪表用户,2009(1):21-23.
- [6] 李俊丽,何勇,王生泽.单神经元PID在多电机同步控制中的应用[J].机电工程,2010,27(8):14-18.
- [7] 肖忠,玉瑞,王清.基于PID神经网络的主汽温系统设计仿真[J].系统仿真学报,2011,23(10):2195-2199.

(收稿日期:2014-12-02) EA

参考文献

- [1] 中国建筑东北建筑设计研究院. JGJ 16—2008民用建筑电气设计规范[S].北京:中国建筑工业出版社,2008.
- [2] 中机中电设计研究院有限公司. GB 50054—2011低压配电设计规范[S].北京:中国计划出版社,2011.
- [3] 上海电动工具研究所. GB 14050—2008系统接地的型式及安全技术要求[S].北京:中国标准出版社,2008.
- [4] 中南建筑设计院. 08SD706—2医疗场所电气设计与设备安装[S].北京:中国计划出版社,2009.
- [5] 王厚余. 医院中的电气安全要求[J].建筑电气,1993(1).

(收稿日期:2014-02-10) EA