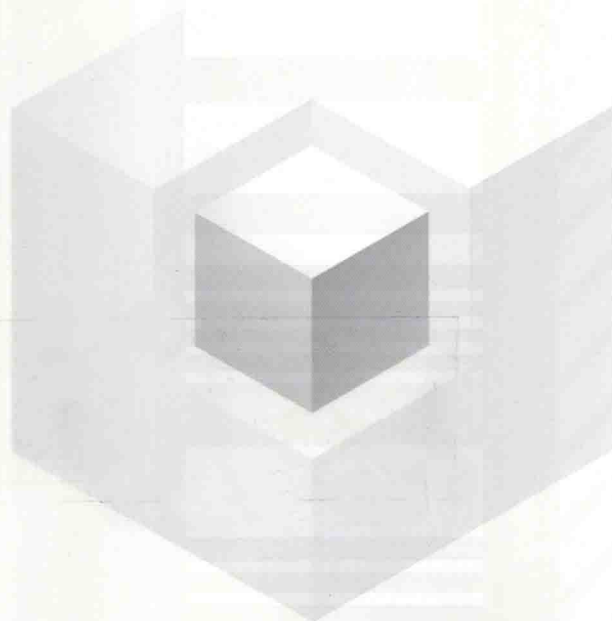


DIANLIHANGYE FANGZHENPEIXUN
GUANLIGONGZUO SHIWU

电力行业仿真培训 管理工作实务

中国电力企业联合会技能鉴定与教育培训中心 组编

马永光 白天池 陈映琼 支叶青 编著



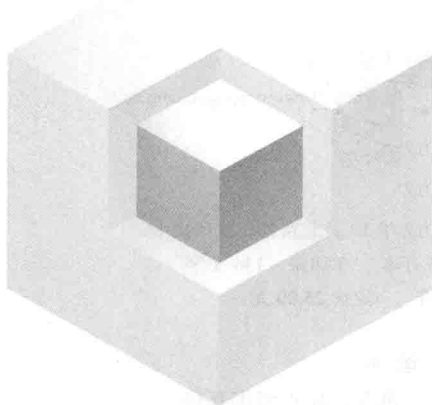
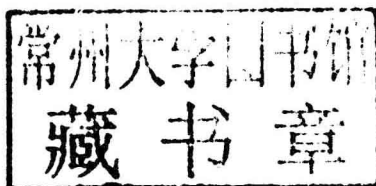
中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

DIANLIHANGYE FANGZHENPEIXUN
GUANLIGONGZUO SHIWU

电力行业仿真培训 管理工作实务

中国电力企业联合会技能鉴定与教育培训中心 组编

马永光 白天池 陈映琮 支叶青 编著



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

本书是电力行业仿真培训专家多年来从事仿真培训教学、管理的经验总结。全书内容共分六章,主要介绍了仿真培训的发展、目标与要素,设备前期、服役期及后期管理,师资管理、师资队伍建设和仿真培训指导教师管理制度、师资业务档案,学员管理制度、培训实施过程中的学员管理,培训流程管理、管理体系、培训流程控制程序及质量文件、管理系统的使用说明,以及资料、档案管理等。

本书可供从事电力行业仿真培训工作的管理人员和指导教师参考,也可供各仿真培训中心使用。

图书在版编目(CIP)数据

电力行业仿真培训管理工作实务 / 马永光等编著; 中国电力企业联合会技能鉴定与教育培训中心组编. —北京: 中国电力出版社, 2012.10

ISBN 978-7-5123-3592-9

I. ①电… II. ①马… ②中… III. ①电力工业—教育培训—研究—中国 IV. ①F426.61

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 237545 号

中国电力出版社出版、发行

(北京市东城区北京站西街 19 号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)

汇鑫印务有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2012 年 10 月第一版 2012 年 10 月北京第一次印刷

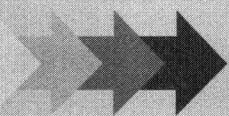
787 毫米×1092 毫米 16 开本 7 印张 136 千字

印数 0001—3000 册 定价 25.00 元

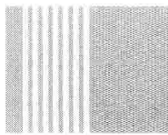
敬告读者

本书封底贴有防伪标签,刮开涂层可查询真伪
本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版 权 专 有 翻 印 必 究



前言



2002年,为了促进电力发展,构建政府监管下的政企分开、公平竞争、开放有序、健康发展的电力市场体系,国家进行了电力体制改革,成立了两大电网公司和五大发电集团公司。厂网分开后,教育培训资源基本上划归电网公司所有,而原有的电力仿真中心都在各电力职业院校和培训中心内。因此,一段时期内,发电企业的仿真培训工作依托电网公司培训中心开展。

随着发电企业的快速发展,具有自主仿真培训能力的诉求越来越强烈,发电企业逐步建立起自己的仿真培训网络。但由于起步晚、缺乏管理经验,因此,在仿真培训管理和教学等方面尚不完善,急需该方面的标准规范来进行指导和参考。另一方面,电网公司所属仿真中心虽然已形成了自身的一套管理流程和制度,但仍存在不全面、不完善的地方。

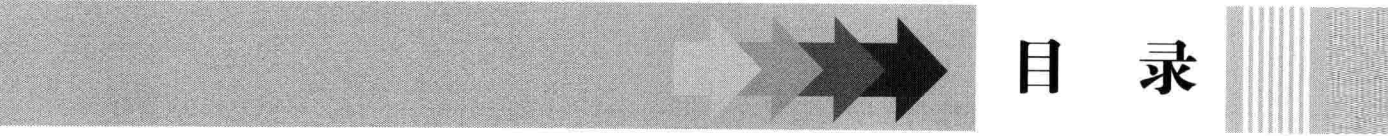
为推进电力行业仿真培训工作向着科学化、标准化、规范化发展,中国电力企业联合会技能鉴定与教育培训中心组织电力仿真协作网有关专家编写了《电力行业仿真培训管理工作实务》。本书是电力行业各位仿真培训专家多年来从事仿真培训教学、管理的经验总结,也凝聚了各位专家对行业如何开展仿真培训工作、提高仿真培训质量和功效的思考。本书将为从事仿真培训工作的管理人员和指导教师提供管理工作流程和表格等参考资料及依据,成为他们工作的操作指南,也为各仿真培训中心完善自身的管理体系提供了标准。

本书由华北电力大学马永光、河南电力仿真培训中心白天池、国电浙江北仑第一发电有限公司陈映琼、江苏省电力公司生产技能培训中心支叶青共同编著。其中,第一章由马永光撰写,第二章由陈映琼撰写,第三章由支叶青、白天池撰写,第四章由陈映琼、支叶青撰写,第五章由白天池、陈映琼撰写,第六章由白天池、支叶青撰写。全书由马永光统稿。

沈阳工程学院李智对全书作了细致的审阅，首批电力行业仿真培训专家参加了书稿的审定。

中国电力企业联合会技能鉴定与教育培训中心

2012年6月



目 录

前言

第一章 绪论	1
--------	---

第二章 设备管理	5
----------	---

第一节 设备前期管理	5
------------	---

第二节 设备服役期管理	12
-------------	----

第三节 设备后期管理	16
------------	----

第四节 设备数据汇总	18
------------	----

第三章 师资管理	22
----------	----

第一节 概述	22
--------	----

第二节 师资队伍建设	23
------------	----

第三节 仿真培训指导教师管理制度	38
------------------	----

第四节 师资业务档案	41
------------	----

第四章 学员管理	50
----------	----

第一节 概述	50
--------	----

第二节 学员管理制度	53
------------	----

第三节 培训实施过程中的学员管理	57
------------------	----

第四节 学员数据汇总	67
------------	----

第五章 培训流程管理	68
------------	----

第一节 培训流程管理体系综述	68
----------------	----

第二节	培训流程控制程序及质量文件	70
第三节	培训流程管理体系的使用说明	82
第六章	资料、档案管理	89
第一节	文档归类概述	89
第二节	文档归类表	90
附录 A	电力行业仿真培训基地管理办法	95
附录 B	电力行业仿真培训基地评估细则	98
附录 C	电力行业仿真培训基地年度检验办法（试行）	102

绪 论

仿真技术具有经济、安全、高效、可以多次重复等优点，被广泛用于航空、航天、电力等行业的职工技能培训。自 20 世纪 80 年代起，我国电力行业逐步利用仿真机作为培训的技术手段，经过 20 余年的发展，利用仿真机对职工进行技能培训，提高职工的操作水平和反事故能力，已经成为行业内的共识。截至目前，我国专业的电力行业仿真培训机构已多达 100 余家。

仿真培训管理是指，针对利用仿真机作为技术手段所开展的培训工作的管理。仿真培训管理遵循一般培训管理的通用原则，又具有其特殊性。作为一个完整的培训体系，包括培训需求调研，培训的组织，培训形式与内容，培训的层次、职能划分，培训教师和培训方式，培训实施与管理，培训效果评估等诸多环节。

一、仿真培训的发展

20 世纪 80 年代，我国引进了针对火电厂的仿真培训系统——仿真机。由于当时的仿真技术只有国外的几家公司掌握，加上计算机昂贵，仿真机价格很高，只有大的科研院所、大专院校可以装备，也是以研究为主、生产一线人员的培训为辅。

进入 20 世纪 80 年代中后期，随着技术的进步，我国相继研制出具有自主知识产权的 200、300MW 火电机组仿真机，之后陆续开发出具有自主知识产权的变电、调度、水电仿真机。由于我国拥有自主知识产权的仿真技术，仿真机价格明显下降，逐步装备到各个省级电力局的培训机构，仿真培训的能效逐步显现。

随着技术的发展和仿真培训工作的重视，各个省级电力局（电力公司）拥有了自己的仿真培训机构，大多依托电力学校等教学机构设置。采取集中培训的模式，积极探索适合仿真培训特点的教学管理模式，并逐步改进完善。

随着仿真机价格逐步降低，仿真培训效用不断提高。20 世纪 90 年代，很多电厂、变电站装备了自用的仿真系统。培训模式也开始多元化，有的企业为了解决仿真培训针对性问题，开始采用自行建设仿真机、自行培训运行人员的模式。培训机构中，逐渐引入 ISO10015 等培训质量管理体系，仿真培训管理逐步规范化。

21 世纪初，电力体制改革，厂网分开，成立了两大电网公司和五大发电集团，以及神华集团有限责任公司、中国电力投资集团公司等发电企业。各公司建立了自己的培训机构或培训网络。而如何针对仿真培训的特点，紧紧把握仿真培训的诸要素，努力提高仿真培训的功效，为企业人力资源开发服务，则需要长期的思索和实践。

二、仿真培训的目标与要素

提高员工的知识、技能水平，以符合当前和未来岗位的能力要求，是仿真培训的核心目标。与之相关，仿真培训的要素包括学员、仿真机、仿真培训指导教师、培训流程以及培训管理等。

学员是培训对象，是承载培训效果的载体，也是仿真培训的主体，仿真培训应该围绕学员展开。承认学员的主体地位是正确的培训观，如果把学员仅仅看成是培训对象，是消极、被动地接受外来影响的客体，是指导教师“灌输”知识和技能的“容器”，必然导致对学员主体性的压抑。正确认识学员的主体地位，从学员对知识和技能的需求出发，考虑学员的实际情况，人性化地、有针对性地设计培训内容、方式、方法，才有可能收到好的仿真培训功效。

高逼真度的仿真机是保证培训质量的必要物质基础。工欲善其事，必先利其器。仿真机的动、静态特性，操作响应，趋势，参数等影响学员的思维和判断。高逼真度的仿真机可以提供给学员很好的现场感受，质量低劣的仿真机则像一部伪劣教材，不仅收不到应有的培训功效，还会“误人子弟”。因而，仿真机的设计、开发、管理、维护绝不仅仅是对设备与资产的管理，而是“教具”的设计与管理，关乎培训的质量与成败。

仿真培训指导教师在仿真培训中占有主导地位，他们是培训过程的实施者和培训计划的落实者。指导教师要给学员传授知识与技能，而其主导作用则体现在对教学方法的设计和运用上。培训内容怎么教、运用什么方法等都要指导教师预先设计好，预先做好安排。同时，教师的主导作用体现在对教学的组织和安排上。通过哪几个教学环节来完成教学任务，需要指导教师的精心组织和安排。教学程序的组织和安排直接关系到学员的培训效果，关系到培训任务能否顺利完成，关系到培训质量的优劣。而这一切教学程序中的各种活动，决定因素在于指导教师。虽然参加培训活动的主体是学员，但自始至终都是由指导教师引导学员去完成各种教学活动，因而指导教师的职业操守及知识、技能水平是保障培训质量的关键。只有拥有一支高素质的教师队伍，才能有高质量的培训。

培训流程是仿真培训运作的关键，是指培训工作事项的活动流向顺序。流程包括实际工作过程中的工作环节、步骤和程序。流程中的组织系统与各项工作之间的逻辑关系，是一种动态关系。在一个培训项目的实施过程中，其管理工作、信息处理，以

及教学设计、仿真系统准备、培训实施、培训检查和培训评价等都属于培训流程的一部分。仿真培训的所有业务都需要流程来驱动，培训流程是把相关的信息数据根据一定的条件，从一个人（部门）输送到其他人员（部门）得到相应的结果以后，再返回到相关的人（部门）。培训流程的起点是学员，终点也是学员，其真正目的是为学员提供更好的培训服务。制定培训流程时，应树立以学员为核心的理念，明确培训对象是谁、目的是什么。科学合理的培训流程，是提高和保障培训质量的重要手段。

培训管理是培训质量和培训功效的保障，它贯穿于仿真培训的始终，连接着仿真培训的诸要素。粗放式管理貌似高效，很快就能作出决策，但管理的功效维系于管理者的责任心、业务素质以及管理者对管理对象的理解与把握。精细化管理则建立了完善的管理制度、完整的管理记录，依靠一套科学、规范的制度和程序开展管理工作，每件事都有明确的分工、确定的责任人，每个人有明确的职责，团队高度协调地开展工作。

总之，在仿真培训诸要素中，学员是主体与核心，指导教师是主导，仿真机是基础，培训流程是关键，培训管理是保障。各要素组成一个有机整体，正确理解要素间的辩证关系，协调好诸要素，不过分强调或忽视各要素，才能收到最优的仿真培训功效。

三、建立培训管理体系的作用

建立培训管理体系的作用主要体现在以下几个方面：

对培训机构内部，使培训管理科学化、规范化、体系化。借此保持培训质量的稳定性，并持续地改进提高。同时，使员工开展的每项工作都目标明确、责任明确、程序明确，提高员工的工作效率，提升培训机构的经济效益和社会效益。

对于培训对象（客户）来说，当客户了解到培训机构组织管理严格、流程规范、严格审核和定期监督，就可以确信该机构可以提供优质的培训服务，增强信任感。

高质量的培训服务，可以扩大培训机构的社会知名度，建立良好的社会形象。

增强同行间的合作与交流。培训方面有共同的语言、统一的认识和共守的规范，方能进行合作与交流。规范化的管理体系恰恰可以收到事半功倍的效果。

针对仿真培训而言，吸纳行业专家先进的培训管理理念，总结专家的仿真培训管理经验，建立系统、科学、严密的质量管理方法，提出一套完整的培训管理模式，需要坚持不懈的努力。

建立培训管理体系的核心目标是增强培训的系统性、针对性，提高培训的投入产出比，即提高质量与效益。协调好仿真培训诸要素，科学、系统地管理诸要素，使诸要素和谐、高效、有序地运行则是其具体任务。

对学员的需求、培训的效果进行持续的跟踪，针对岗位对职工的知识、技能要求，

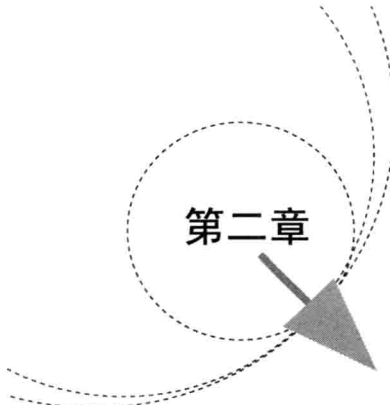
挖掘学员的潜能，激发学员的学习兴趣，提高学习效率。

建设与管理仿真培训指导教师队伍，建立健全教师管理制度，激励教师加强道德修养，提高业务水平，从而以其人格魅力和学识魅力感染学员，做学员知识、技能提高的指导者和引路人。

针对仿真机设备的特殊性和在仿真培训中的物质基础作用，全面掌控从研究、设计、开发、验收投入培训开始，经使用、维护、更新、改造直至报废退出培训的全过程，并对状态的改变具有很好的可追溯性。

建立完整、系统、科学的培训流程，是提升培训质量和培训效率的重要保障，是实现培训目标的必由之路。流程管理以培训需求和培训目标为出发点，以持续改进培训质量和提高培训管理水平为落脚点。它包含流程环节的确立与分析、培训资源的利用与分配、培训计划的安排与落实、培训过程的协调与控制、培训质量与效率的测评、培训流程的优化与持续改进等。

建立完整的记录档案，包括学员档案、师资档案、培训档案、设备档案，保持工作的良好的可追溯性，不因为人员的流动对工作产生影响。



第二章

设备管理

设备管理是对设备使用寿命周期全过程的管理，包括选择设备、正确使用设备、维护修理设备以及更新改造设备全过程的管理工作。

本章阐述的设备泛指实施仿真培训所需的硬件、软件以及相关设施。重点描述从设备的选型进厂投入培训使用开始，经使用、维护、更新、升级直至报废的全过程。这个层面的过程管理称为设备的技术管理。

设备管理是以仿真培训目标为依据，通过一系列技术、经济、组织措施，对设备的全过程进行的科学管理，即实行从设备的规划工作起直至报废的整个过程的管理。这个过程一般可分为前期管理、中期管理（又称服役期管理或使用期管理）和后期管理三个阶段。

设备的前期管理是指设备在正式投入运行前的一系列管理工作。设备在选型购置时，应进行充分的分析、调研、比较，加强技术经济论证，充分考虑售后技术支持和运行维护，选用综合效率高的技术装备。

设备的服役期管理主要是对软、硬件设备的定期维护，对软件的维护消缺和完善。做好设备的服役期管理，有利于提高设备的质量水平和利用率，得到较好的设备使用、投资效果。

设备的后期管理是指设备的更新、改造和报废阶段的管理工作。对性能落后、与现场实际设备差异较大、不能满足培训需求，以及设备老化、备品备件短缺、需要大量维修费用的设备，应进行改造更新。

仿真系统的设备管理应当以高逼真度为核心，坚持依靠技术进步，以现场实际设备及控制系统的技术改进为依据，坚持培训与维护相结合、改造与升级相结合、技术管理与经济管理相结合的原则，做到正确使用、精心维护、适时改造和更新，不断改善和提高企业技术装备的状态水平，为电力行业提高人员技能水平、提高经济效益服务。

第一节 设备前期管理

仿真设备的前期管理一般指从立项开始，对设备选型、软件开发、调试、出厂验

收（factory acceptance test, FAT）、现场验收（site acceptance test, SAT）以及维护人员培训和维护技术信息的收集等管理工作，最终建立设备技术档案和测试原始记录。培训单位要开发一套仿真系统，一般是以本单位的实际设备或某典型系统（如某台实际火电机组或某典型设计变电站）为原型，选择合适的软、硬件设备。要启动一个项目，应先从市场调研开始，进行可行性立项，编制技术规范书，通过招投标等方式选择适合本单位使用和维护的仿真机。设备的前期管理一般包括以下几个程序。

一、编写可行性立项报告

可行性立项报告一般包括以下六个方面的内容：

（1）项目概况。简介仿真对象的型式以及所要实现的目标。改造项目要说明目前存在的问题以及与仿真对象的差异。

（2）项目立项的必要性和可行性。必要性主要讲述立项的指导思想、项目对行业员工培训的意义，以及改造项目的迫切性。可行性是在市场调研的基础上确定开发单位及相关的技术力量。

（3）项目实施方案和主要内容。项目实施过程中各方技术人员的工作分工和工作范围。

（4）项目概算。软、硬件与其他费用的估算。

（5）项目技术经济效果分析。可以从预期培训能力、培训业务或员工技能提高对生产发挥的作用等各方面进行分析。

（6）项目实施计划。详细的项目实施进程表，以监督项目按时进行、按时完成。

二、编写技术规范书

技术规范书内容要详尽，要明确甲乙双方的职责范围、工作范围和技术范围。一份完整的技术规范书应包括以下几个方面的内容：

（1）总则。包括甲方工作范围、乙方工作范围、引用规范和标准、仿真任务、仿真要求、仿真对象及仿真范围。

（2）仿真机功能。包括工程师站、教练员站、操作员站、就地站及其他附属系统的仿真功能要求。

（3）仿真机软件要求。包括计算机系统软件要求、仿真应用软件要求、数据库管理软件要求及 I/O 软件要求等。

（4）仿真系统硬件构成。包括计算机系统、操作盘台、特殊仪表、仿真机通信系统、辅助设备、接地和安全。

（5）设计联络会议。包括会议安排和会议内容。召开联络会议的目的是及时协调甲、乙双方在仿真机开发不同节点的工作接口，妥善解决技术问题，保证工程的顺利

开展。

(6) 资料。要求乙方（或开发单位）提供硬件资料和软件资料。提供的资料能够支持软、硬件技术维护。

(7) 仿真机质量保证和测试验收。包括仿真机质量保证要求、测试内容和验收文件。

(8) 仿真机移交后的服务说明。

(9) 培训。明确培训对象、目标、人数、内容及培训时间等。例如，对维护人员的培训，要达到能够对模型维护、消缺的目标。

(10) 附录。甲方（或用户方）提供仿真原型机的所有设备和系统的概述、设计参数、额定工况，明确各系统的仿真程度、仿真范围要求、故障目录清单等。

三、安装调试

设备的安装调试一般安排在用户地，在出厂验收结束，差异报告初步完成后、现场验收之前进行。随着自动化程度和可靠性的不断提高，生产现场集控室的后备设施配置也越来越少。现在，仿真机的安装相对简单，操作员站、就地站、教练员站和工程师站都是通过局域网相互连接。安装调试的具体内容包括：

(1) 硬件目录及设备配置。

(2) 软件目录及软件配置。

(3) 模型的求解计算稳定性测试。

(4) 控制系统的模块算法与仿真对象的一致性测试。

(5) 计算机监控系统的仿真与仿真对象的一致性测试。

(6) 仿真机工程师/教练员站、所有操作员站、就地站及各监控站的功能测试。

(7) 所有操作站、监控站的操作响应与仿真对象特性的一致性测试，监控画面切换速率及数据动态更新速率测试。

(8) 仿真机硬件性能和无故障时间测试。

(9) 仿真机系统通信测试。

(10) 仿真机全部失电和部分失电的工作情况测试。

(11) 仿真机可用率测试。

四、测试验收

仿真机测试验收一般分出厂验收和现场验收两个阶段。

1. 出厂验收

出厂验收一般在开发地进行，以火电厂仿真机为例，是对电厂仿真数学模型静态特性的定量测试。主要测试机、电、炉模型的连贯性及逻辑的准确性。一般要求能依

据运行规程进行机组的启、停操作。

出厂验收的测试报告一般由开发单位根据仿真机技术规范书的要求撰写，报告上应提供测试依据、测试手段和测试结果。

用户方的质检人员在测试验收时，若发现仿真机与实际设备及系统现象或过程不一致，应详细列出差异现象和所期望的结果，开发单位根据差异报告进行模型修正并记录，用户进行确认符合要求，该差异报告终止。

2. 现场验收

现场验收一般安排在仿真机现场（即甲方地）调试，需有现场工程师配合。主要动态测试，测试模型的逼真度，测试整个仿真系统的关键参数的动态响应程度，测试主要参数与设计参数的误差，测试所有故障的现象。

现场验收测试报告由用户方根据对应机组的集控运行规程，并结合实际运行经验撰写。测试过程中，按照现场验收报告逐项验收；同出厂验收一样，也执行差异报告制度，来控制整个工程的质量。

对于仿真数学模型动态特性的定性测试，在动态精度的测试中，按标准对仿真机动态精度进行考核；另外，还将依据由现场收集的试验曲线进行考核。

关键参数及重要参数的仿真计算值，满足 DL/T 1022—2006《火电机组仿真机技术规范》、DL/T1023—2006《变电站仿真机技术规范》、DL/T 1024—2006《水电仿真机技术规范》等所规定的动态误差和静态误差要求。关键参数和主要参数已经在技术规范书中明确。

逐项对每一个故障进行测试，包括故障现象、故障处理过程中数学模型的响应情况。差异较大的项目应作详细记录，开发工程师根据现场集控运行规程进行修正，直至现场工程师认为合格，并作确认记录。

五、技术资料

开发一套仿真机，一般根据开发工程师的要求收集资料。开发过程中，需要设备及系统说明书、系统图，I/O 清单、整定值，逻辑图、控制组态逻辑及操作员站画面，运行规程等。以下是某火电机组仿真机的可行性报告范例。

范例

二期仿真机改造立项可行性报告

一、项目概况

二期仿真机以 3 号机组为原型开发，锅炉为中间一次再热、单汽包自然循环箱式

煤粉炉，汽轮机为单轴、冲动式、四缸四排汽、一次中间再热、双背压凝汽式；发电机为静态励磁系统，水氢氢冷却，控制系统为 INFI-90 系统。该仿真机于 2001 年开发完成投入集控操作员的仿真培训，主要承担集控操作员上岗前的取证培训、操作员及以上岗位人员的复证培训，同时历年来也以仿真机为基础开展多次反事故演习和技术比武。通过多年来同运行部的合作，二期仿真机为提高运行人员启停机、正常运行调节操作能力，也为运行人员增强处理、应对机组运行过程中各种事故的能力，多发电、发好电发挥了越来越重要的作用。

二期仿真机通过硬件结合软件仿真来实现，配有操作盘台、操作员站等大量的硬件设备。由于投产时间长，硬件设备存在设备严重老化问题，备品备件也基本无法正常采购到。另外，该仿真机在软件方面也存在一定的局限性，现在已经无法对其进行进一步的数据库扩容工作，因此二期机组所发生的新的故障基本无法在仿真机组上实现。从目前状况看，二期仿真机软、硬件设备存在的问题在一定程度上影响到了运行人员的培训效果。

2012 年开始，二期机组分散控制系统（distributed control systems, DCS）即将分步实施改造。按照 DCS 改造的要求，DCS 与数字电液（digital electro-hydraulic, DEH）控制系统/跳闸保护系统（emergency trip system, ETS）、旁路系统、ECS 系统等重要系统实现一体化设计。DCS 控制逻辑基本保持不变，但需要根据用户要求进行优化；操作画面需要根据工艺流程进行重新设计；对现有保护逻辑进行优化，部分基地式控制系统进入 DCS 控制。也就意味着，无论控制逻辑或操作画面，均同原来的 INFI-90 系统有较大的差异。二期机组 DCS 改造完成后，二期仿真机基本就失去了针对性的培训功能。

二、项目立项的必要性和可行性

1. 项目立项必要性

3 号机组 DCS 改造项目控制系统一体化改造的范围包括现有的 INFI-90 系统、DEH/ETS、MEH/METS、旁路系统（BPS）、吹灰控制系统（SB）、电气备用盘（ECS）、电厂保护系统（PPI）、脱硝系统（SCR）、硬报警系统等。通过改造，DCS 控制逻辑基本保持不变，但已进行适当优化；操作画面根据工艺流程进行重新设计；现有保护逻辑进行优化，部分基地式控制系统进入 DCS 控制。也就是说，3 号机组改造完成后机组的人机界面同原有的 INFI-90 系统必然存在巨大的差距，原有的仿真机必然无法满足培训的需要。

二期仿真机目前存在的缺陷也已经对培训效果形成制约。首先是后备盘台的问题。二期仿真机后备盘的信息量很大，包括锅炉侧和汽轮机侧的报警及复归，电接点水位显示，高低压旁路操作盘，汽动给水泵操作盘，锅炉 FSS 显示及操作，PPS 显示及操作，汽轮机和锅炉的紧急跳闸按钮等。从 2009 年 1 月开始，后备盘已彻底不能使用，

由两台软仿真计算机代替。其次,经过多年的运行,现场设备进行了多次设备异动、系统改造和各种控制参数、控制逻辑的修改,仿真机与实际机组的差异逐渐增大。这些差异包括脱硫系统改造、PGP改造和微油点火,改造后的操作界面与原来的画面存在较大差异。这些差异的存在将越来越多地影响培训效果。再次,在硬件方面,BAILEY INFI-90接口PC机采用PC 586机器,运行环境为DOS系统,内有一基于ISA插槽的关键卡件。该卡件因型号标识不清,也无相关技术文档,经多方查询,因卡件太老,至今未查到型号,无法备件。

随着现在仿真机技术的发展,二期仿真机仿真范围小的缺点更加明显。二期仿真机没有独立的就地站仿真,学员不能进行完整的整组设备及系统的启、停操作,对教练员站的依赖性很强。电气部分的仿真仅有并网操作界面及厂用电切换操作界面,不但内容很少,而且与实际操作差异较大,所以电气系统基本没有实际操作培训内容,电气的故障也因此基本不能实现。

2. 项目可行性

目前国内仿真机开发商较多,有些是自主平台,有些是引进平台;对控制系统的应用方式也较多,有采用翻译的,有采用转换的,也有采用虚拟DPU的,基本都具备仿真机开发、调试的技术能力。

近几年来,公司先后重新改造了1、2号机组仿真机,新开发的三期1000MW仿真机都是通过软件仿真的形式实现,目前在实际培训工作中能够满足集控运行人员的各种培训需求。通过几次开发,仿真机教练员、维护员和运行部调试人员也积累了较多的调试经验,因此从人员、技术上来说能够顺利开展仿真机的改造。

三、项目实施方案和主要内容

二期仿真机改造拟采用软仿真形式。委托仿真机厂家完成软件开发和调试,仿真机教练员、运行部操作员配合开发方完成仿真模型的调试。

主要工作内容:

(1) 通过对仿真开发市场的调研,充分了解和掌握仿真开发商的新技术动态,明确仿真机的仿真范围,应用程度及仿真机的逼真状况,完成二期《仿真机技术规范书》。

(2) 委托开发单位严格按照《仿真机技术规范书》完成仿真软件的开发工作。

(3) 根据二期机组的实际性能进行现场调试,确保该仿真机能够全面模拟现场机组的实际工况及故障现象。

(4) 仿真机硬件设备的购置,主要硬件包括服务器、计算机、投影仪、UPS、操作盘台等。

(5) 新的二期仿真机房地地板铺设、布线等装修工作。

四、项目概算

改造预计费用(人民币): ××万,包括以下几项: