



普通高等教育“十二五”规划教材

热能与动力工程专业 认识实习

王世昌 主 编

闫顺林 副主编



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

热能与动力工程专业是集基础理论分析与工程技术技能于一体的专业。认识实习是全日制热能与动力工程专业本科生的必修环节之一,其目的是使本科生在专业基础理论课程的学习之后能对火力发电厂系统有一个初步认识,为后面学习专业课程和毕业实习做准备。

本书比较系统地介绍了认识实习的目的、方法、要求和实习过程中的注意事项,内容涉及火力发电厂锅炉、汽轮机、变电站和辅机设备的相关知识,以及300MW亚临界压力机组、600~1000MW超(超)临界压力机组、燃气—蒸汽联合循环机组、凝汽式机组、热电联产机组、300MW循环流化床锅炉等新设备和新技术。此外,书中还对学生实习过程中的安全性和在实习单位必需的职业要求作了必要的介绍。

本书具有较强的教学实用性,适用于热能与动力工程专业本科生认识实习的教学,也适用于相关专业学生的自学。

图书在版编目(CIP)数据

热能与动力工程专业认识实习/王世昌主编. —北京:中国电力出版社, 2011. 5

普通高等教育“十二五”规划教材

ISBN 978-7-5123-1638-6

I. ①热… II. ①王… III. ①热能—高等学校—教材②动力工程—高等学校—教材 IV. ①TK

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第079986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>)

北京市同江印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2011年6月第一版 2011年6月北京第一次印刷

787毫米×1092毫米 16开本 5.75印张 137千字

定价 9.80元

敬告读者

本书封面贴有防伪标签,加热后中心图案消失

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

1949年,我国火电、水电装机总容量为185万kW。经过60多年的发展,截至2010年底,我国电站装机容量已达到9.62亿kW。

就我国火电生产技术的发展历程而言,大致分为三个阶段。1949~1979年,国内装备的火电机组主要是引进苏联技术、在国内完成生产的50MW高压和100~200MW超高压机组。1980~2002年,国内装备的火电机组主要是采用美国燃烧工程公司(目前为阿尔斯通公司的子公司)技术、在国内完成生产的300MW亚临界压力机组。2003年至今,国内装备的火电机组主要是采用日本三菱、日立公司和美国阿尔斯通公司技术,在国内完成生产的600~1000MW超(超)临界压力机组。

1979~2010年,我国人口城镇化率从20%提高到49%。国内287个地级及其以上城市采用集中供热的条件日臻成熟,同时,以天然气为燃料的燃气—蒸汽联合循环热电联供式火电机组在北京、上海、天津、重庆、沈阳、太原等大中型城市逐步得到推广和应用。此外,为了适应新形势的要求,一部分凝汽式机组还将汽轮机改为了热电联产机组。

就国内高校热能动力工程专业的教学工作而言,国内各高等学校的侧重点有所不同。一些高校侧重于对学生进行锅炉、汽轮机以及电站辅机的制造理论与技术的教育,另一些高校则侧重于对学生进行火力发电厂的运行理论与技术的教育。

全日制热能动力工程专业在校本科生的认识实习是实践教学中的一个重要环节。在实习过程中,参与实习的学生必须掌握在校外环境下进行正常教学活动的方法,提高适应实习单位附近社会环境的能力,保证认识实习的顺利进行。通过认识实习环节,热能动力工程专业学生应当根据所在大学的教学侧重点学习以下内容或者其中的一部分:

(1) 电站锅炉的制造、安装、调试流程。

(2) 蒸汽轮机的制造、安装、调试流程。

(3) 磨煤机、除尘器、除渣装置、给水泵、低压加热器、高压加热器、除氧器、凝汽器、脱硫装置、脱硝装置、送风机、引风机等电站辅机的制造、安装、调试流程。

(4) 凝汽式火力发电厂的生产工艺流程和设备系统的构成。

(5) 热电厂的生产工艺流程和设备系统的构成。

(6) 燃气轮机、余热锅炉、循环流化床锅炉的结构和工作原理。

(7) 火力发电厂的常见技术故障和解决问题的技术措施。

(8) 火力发电厂主要技术经济参数和影响火力发电厂技术经济性的主要因素。

热能动力工程专业在校本科生认识实习的先修课程包括动力工程、工程流体力学、传热学、工程热力学等。

本书第1~5章和附录由王世昌编写,第6章由闫顺林编写,第7章由王翠苹编写。全

书由山东省电力学校副教授张磊担任主审。

在本书编写过程中，华北电力大学能源动力与机械工程学院曹钟中副教授在工作方法、教学内容、关键性技术细节方面进行了指导，康志忠、肖海平、董玉亮、宋光雄、杜广微等老师在 2005~2007 级学生认识实习过程中给予了帮助和支持，同时还得到了“北京市教育委员会共建项目专项资助”，在此一并表示诚挚的谢意！

限于作者知识水平，加之编写时间仓促，书中不足之处在所难免，诚请读者批评指正。

王世昌

2011 年 3 月于北京

目 录

前言

1 认识实习概述	1
1.1 认识实习的目的	1
1.2 认识实习的任务	1
1.3 认识实习的意义	2
2 认识实习安全性与组织工作	4
2.1 乘坐交通工具的安全性	4
2.2 校外社会环境的安全性	4
2.3 学生自律对人身安全的重要性	4
2.4 实习单位的规范性管理	5
2.5 学校对学生的安全教育与公开告知义务	5
2.6 学生必备物品	5
2.7 学生的组织与管理	6
2.8 现场实习流程	8
2.9 特异体质学生注意事项	9
2.10 学生的着装注意事项	10
2.11 学生的言行举止注意事项	10
3 认识实习的内容	11
3.1 火力发电厂凝汽式机组的认识实习	11
3.2 热电联产火力发电厂的认识实习	30
3.3 锅炉厂的认识实习	33
3.4 汽轮机厂的认识实习	33
3.5 电站辅机及其制造厂的认识实习	33
3.6 火力发电厂整体性认识实习	41
3.7 热能与动力工程专业学习过程的特点	48
4 认识实习的其他内容	51
4.1 锅炉部分	51
4.2 汽轮机部分	51
4.3 发电机、励磁机部分	52
4.4 环保、安全部分	52
5 认识实习思考题	53
5.1 锅炉部分	53
5.2 汽轮机/燃气轮机部分	53
5.3 发电厂部分	54

5.4	电站辅机部分	55
5.5	控制部分	56
5.6	变电站部分	56
5.7	电厂安全生产部分	56
5.8	电厂环境保护部分	56
5.9	电厂技术经济部分	57
5.10	制造和安装、调试部分	57
5.11	热电厂供热部分	58
5.12	实习安全部分	59
6	认识实习进度表	60
7	认识实习总结与成绩评定	61
7.1	认识实习总结	61
7.2	认识实习成绩评定	61
附录 A	火力发电厂主要职能部门介绍	63
附录 B	校外教学活动中学生管理制度	64
附录 C	水蒸气的亚临界与超临界压力动力循环 $T-s$ 图	71
附录 D	火力发电厂凝汽式机组系统管线和阀门常用符号图例	72
附录 E	厂区地面色标含义	74
附录 F	热能与动力工程专业常数	75
附录 G	热能与动力工程专业常用词汇对照表	80
附录 H	实习报告的撰写要求	81
参考文献		85

1 认识实习概述

1.1 认识实习的目的

热能与动力工程专业对学生的专业素质、综合性技能要求很高。认识实习是四年制高等学校教学活动中的实践环节之一。

认识实习的目的是对学生进行火力发电厂主机、辅机及其制造厂的设备系统和生产工艺的认识性训练,使学生从整体上对发电厂热力系统有所了解。

认识实习过程中,要求学生对接电厂和电站主机、辅机制造厂的企业管理制度有初步了解并遵守相关制度,以免造成生产安全事故和人身伤亡事故。

认识实习过程中,要求学生对接校园外的教学环境进行了解,初步培养学生对接新的社会环境的认识和适应能力。

1.2 认识实习的任务

1.2.1 对接火力发电厂主机的认识实习

实习对象:锅炉本体、汽轮机及发电机本体。锅炉形式包括煤粉锅炉、循环流化床锅炉、链条炉、余热锅炉等。汽轮机形式包括凝汽式汽轮机、背压式汽轮机、调节抽汽式汽轮机。

认识内容:设备外形特点、摆放位置、主要性能参数、安全生产常识。

1.2.2 对接火力发电厂辅助机械设备的认识实习

实习对象:制粉系统、除尘除灰系统、烟风系统、回热系统、润滑冷却系统、水和油净化系统等。

认识内容:设备外形特点、摆放位置、主要性能参数、安全生产常识。

1.2.3 对接火力发电厂设备系统的认识实习

实习对象:火力发电厂主机和辅机构成的系统。

认识内容:设备之间的空间关系、安全生产常识。

1.2.4 对接火力发电厂生产工艺的认识实习

实习对象:锅炉侧和汽轮机、发电机侧生产工艺。

认识内容:锅炉侧设备方面,包括煤、油、风、烟、灰、渣、水、汽等系统的构成和工作原理;汽轮机、发电机侧设备方面,包括蒸汽、回热、励磁、发电、变电、润滑、冷却、厂用电、消防等系统的构成和工作原理。

认识实习的内容很多,其主要流程见图 1-1。

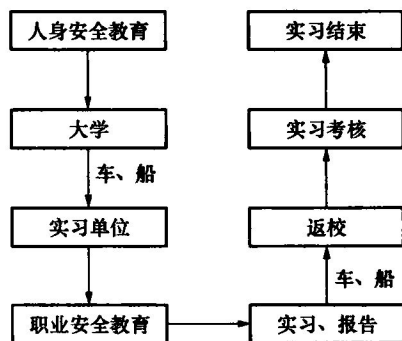


图 1-1 认识实习的流程

1.3 认识实习的意义

1.3.1 强化学生对专业基础课程的理解

在学习了工程热力学、传热学、动力工程、工程流体力学等专业基础课程以后进行认识实习,可以将课本上的知识与实际发电设备群对照,将水蒸气的动力循环过程与热力设备的自然对流、强制对流、导热、辐射联系起来,将给水泵、回热加热器、锅炉、汽轮机、发电机、凝汽器、循环泵等设备组成的电厂岛设备群联系起来,形成对火力发电厂生产工艺的整体性认识,从而强化学生对专业基础课程知识体系的理解。

1.3.2 国内火力发电厂的技术发展出现了新进展

国内的一次能源以煤炭为主。近年来,由于电力、碳钢冶炼等高耗煤行业产能的迅速增加,国内动力煤的品质逐步降低。

煤粉燃烧作为传统的燃煤方式,其燃烧稳定性、燃尽度等出现了恶化的趋势。循环流化床(CFB)锅炉以其优良的煤种适应性,逐步进入发电厂锅炉领域。目前,国内主流 CFB 锅炉机组容量的最大值已经达到 1025t/h (亚临界压力机组),在四川白马电厂、河北秦皇岛电厂、内蒙古蒙西电厂和酸刺沟电厂、云南红河电厂和开远电厂等投入使用。

由于陕西、四川、新疆等地的天然气气田的发现,北京、重庆、上海等地逐步开始以天然气为燃料,进行燃气—蒸汽联合循环发电和供热。

2003 年以来,国内生产的 600~1000MW 超临界、超超临界压力火电机组相继投入使用。2010 年 1~10 月,国内平均供电煤耗已降至 334g/(kW·h)。

在电站环保领域,2001~2008 年,国内大部分火力发电厂都安装了烟气脱硫、脱硝装置。目前,静电除尘器(ESP)和布袋除尘器已经逐步在新建火电机组中推广使用,因此,国内火电行业排放的有害粉尘和气体总量大幅度下降。此外,超(超)临界压力锅炉的给水精处理工艺已经成熟,烟气 CO₂ 脱除技术也已在北京高碑店等电厂投入示范运行。

2005 年以来,以分布式控制系统(DCS)为基础的集控运行模式在电站控制系统技术领域逐步取代了锅炉、汽轮机、(升压)变电站分别控制的运行模式,协调速度和机组安全性大大提高。

CFB 锅炉、燃气轮机、余热锅炉、超临界压力机组、超超临界压力机组、烟气脱硫、布袋除尘、集中控制运行等新技术,都可以成为热能与动力工程专业全日制本科生认识实习的技术内容。

1.3.3 认识实习有利于培养学生的职业精神

火力发电厂的设备系统庞大、复杂、自动化程度高。为了保证安全生产和员工的人身安全,火力发电厂在管理上采用了半军事化的模式,分工细致,各司其职,各职能部门的具体职责详见附录 A。

火力发电厂的岗位分工细致、明确。通过实习,可以使热能与动力工程专业的在校学生了解电厂设备系统构成、机组运行方式和发电新技术的同时,接受火力发电厂的现代企业文化:忠诚于企业,服从于制度;此外,可确保学校有秩序地开展日常的技术工作和管理工作,从而培养学生的敬业精神以及与此对应的严于律己的工作作风。

1.3.4 认识实习有利于了解机组建设过程

火力发电厂的设备数量多、尺寸大、型号复杂，因此只能在设备制造厂完成零件或部件的加工，再经过运输到达现场。锅炉、汽轮机、发电机、励磁机、磨煤机、除尘器、烟囱、冷却塔、烟气脱硫装置、烟气脱硝装置、水处理设备、启动锅炉、输配煤设备等都需要现场安装。燃煤电厂的筹备、建设、调试、运行过程大致包括以下阶段：

- (1) 业主（需方）会同相关部门进行可行性论证与研究。
- (2) 业主招标，各设备制造厂和电力设计单位竞标。
- (3) 火力发电厂的厂址勘察、设计，由电力设计院完成。
- (4) 火力发电厂的设备安装，由电力建设公司完成。
- (5) 火力发电厂的设备调试，由电力科学研究院完成。
- (6) 在电厂建设期间，各设备制造厂都要派遣工地代表负责联系技术接洽方面的工作。

在校学生对电厂设备的摆放特点、运行技术特点等不熟悉。为了避免认识实习过程中发生人身安全事故，需要对学生进行入厂前的技术职业培训，培训考核合格后才可入厂实习。

学生对电厂建设过程中的问题，可以在实习过程中由电厂方面提供必要的咨询服务来解答，这些内容对学生了解电厂的技术发展历程有所帮助。

2 认识实习安全性与组织工作

大学组织大规模的校外教学活动,对于参加认识实习的学生来说具有新鲜感。学生可能对新的教学环境、教学内容、教学方法产生浓厚的兴趣和丰富的想象。然而,实习过程是一个复杂的系统工程,大学只有经过缜密的策划和细心的准备,才能将实习过程中学生发生安全事故的概率降到最低。因此,带队老师采取切实措施,保证实习过程中的安全,对参与认识实习的学生本人及学生家长、学校和实习单位都有益处。学生需要注意的事项参见教育部相关规定,详细内容见附录 B。

学校必须事先对参与认识实习的大学生履行公开告知的义务,签订具有法律效力的文件,划分学校和学生实习过程中的责任和义务。

2.1 乘坐交通工具的安全性

一般而言,实习单位地址和大学所在地之间的距离较远,乘坐火车、汽车、客轮前往目的地的过程中,带队老师必须做好以下几个方面的准备:

- (1) 上车船、下车船学生人数相符。行进过程中,要求学生坐在车船的指定位置。
- (2) 准备必要的晕车药、晕船药、止泻药和抗感冒药品。
- (3) 准备必要的卫生用品,如垃圾袋、手纸、面巾纸、矿泉水等。
- (4) 在交通工具运行途中,要在认识实习开始之前做好应急预案,以便对突感不适的学生进行紧急救治。
- (5) 租赁车船时,要挑选资质和信誉好的运输企业承运,以便发生意外时能顺利得到必要赔偿,避免不必要的民事纠纷。

2.2 校外社会环境的安全性

在校本科生习惯了校园生活环境,对实习单位所在地的社会环境了解甚少,在实习过程中不免会用校园生活的方式处理复杂的问题。

火力发电厂或电力设备大型制造企业一般分布在郊区或者农村,与大学不同。实习单位所在地的居住、饮食条件一般都带有浓厚的地方特色。带队老师必须采取有效措施对学生的居住、饮食条件和学生的行为进行必要的监控,以免发生食物中毒、民事纠纷乃至刑事案件。

2.3 学生自律对人身安全的重要性

由于离开校园进行实习,学生在心理方面会产生兴奋感。同时,在校大学生对社会复杂性的认识能力有限,所以在购物、饮食、洗漱过程中可能会遭遇敲诈、挑衅、中毒等意外伤害。

近年来,国内公路、铁路、水路交通发展很快,而一些实习单位附近有风景名胜、历史

遗迹等,所以,一部分学生未经带队老师的许可就擅自离队前去旅游、娱乐。在此过程中,如果学生出现人身伤亡事故,学生家长往往会追究学校对学生监管不力的责任。因此,有必要对学生进行实习前的安全教育并签订书面的、具有法律效力的文件,以便对学校 and 学生的责任进行认定和划分,履行大学的公开告知义务。

作为高等教育机构,大学对学生进行必要的安全教育是认识实习顺利进行的保障。同时,在校大学生是成年人,必须承担自己的行为过失产生的民事责任乃至刑事责任。在学校进行安全教育的同时,参与实习的学生必须对自己的言行进行必要的自律和控制,以免给自己、父母或者监护人、学校、实习单位带来负面影响乃至重大损失。

作为当事人,参与实习的学生对实习中发生的意外伤害事件负有不可推卸的责任。对自己的言行举止严格自律,是保证认识实习安全进行的关键性内在因素。

2.4 实习单位的规范性管理

无论是火力发电厂还是电力设备制造商,现代大型企业对进入厂区的任何人员都有相应的管理制度。

学生在入厂实习之前,必须经过实习单位相关负责人的安全培训,并经培训合格才能入厂。

学生在实习期间,必须严格执行实习单位的安全管理制度。对造成负面影响的学生,要按照实习单位的规定进行必要的处罚;造成生产安全事故和人身伤害事故的学生,要依法追究其刑事责任附带民事责任。

由于照片可能涉及实习单位的技术机密,因此严禁在学生实习现场拍照留念。

2.5 学校对学生的安全教育与公开告知义务

热能与动力工程专业的本科生认识实习单位一般是火力发电厂或大型电力设备制造厂。学校必须对学生履行公开告知义务,进行实习前的安全教育并签订书面的、具有法律效力的文件,对学校 and 学生的责任和义务进行认定和划分。

实习过程中发生生产安全事故或人身伤亡事故时,按照实习之前的书面约定,追究学校 and 学生的民事责任和刑事责任。

实习前,要对学生进行集体动员,动员会的主要议题及流程如图 2-1 所示。

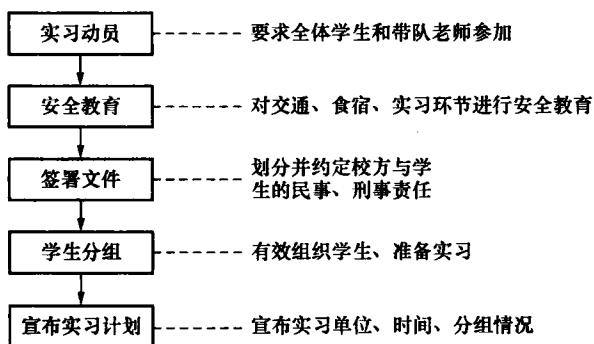


图 2-1 实习动员会的主要议题及流程

2.6 学生必备物品

实习过程中,学生必备物品主要有:

- (1) 书包 1 个。

- (2) 红色、蓝色、黑色签字笔各 2 支。
- (3) 直尺、三角尺 1 套。
- (4) 计算器 1 个。
- (5) 16 开笔记本 1 个。
- (6) 根据自身体质准备必要的应急药品。
- (7) 手电筒 1 只。
- (8) 手掌大小的笔记本 1 个。

2.7 学生的组织与管理

(1) 按照学生人数对学生进行分组。每 10 个学生组成一个小队。选举小队长，负责本小队的实习细节问题。每 3 个小队组成一个中队。选举中队长，负责本中队的实习细节问题。每 3 个中队组成一个大队。选举大队长，负责本大队的实习细节问题。每一个大队配备一名带队老师。小队长、中队长、大队长在实习过程中如果遇到自己无法解决的问题，可以与实习带队老师联系。

(2) 严格执行考勤制度。外出实习期间，上车、下车、离校、返校都要进行考勤记录。带队老师要事先准备学生考勤簿，记录学生的每一次实习活动。考勤簿由学生自己签字，代签字的学生要承担被代签学生行为引起的民事责任。

(3) 及时了解学生的生活动态。为了保证学生在离校实习期间的安全，带队老师在考勤的同时要对缺勤学生的情况进行了解，根据情况进行妥善处理。带队老师要在学生中指定专人对学生的情况进行了解，以便及时了解学生信息，保证实习工作的顺利进行。学生人数、实习内容应交叉安排（见表 2-1），从而顺利完成实习任务。实习内容包括安全教育、设备介绍、生产工艺介绍、现场参观实习、答疑等。

表 2-1 学生实习内容安排样表

工作日	1	2	3	4	5	备注
1 大队	内容 1	内容 2	内容 3	内容 4	内容 5	
2 大队	内容 2	内容 3	内容 4	内容 5	内容 1	
3 大队	内容 3	内容 4	内容 5	内容 1	内容 2	
4 大队	内容 4	内容 5	内容 1	内容 2	内容 3	
工作日	6	7	8	9	10	备注
1 大队	内容 6	内容 7	内容 8	内容 9	内容 10	
2 大队	内容 7	内容 8	内容 9	内容 10	内容 6	
3 大队	内容 8	内容 9	内容 10	内容 6	内容 7	
4 大队	内容 9	内容 10	内容 6	内容 7	内容 8	
工作日	11	12	13	14	15	备注
1 大队	内容 11	内容 12	内容 13	内容 14	内容 15	
2 大队	内容 15	内容 11	内容 12	内容 13	内容 14	
3 大队	内容 14	内容 15	内容 11	内容 12	内容 13	
4 大队	内容 13	内容 14	内容 15	内容 11	内容 12	

认识实习内容分类见表 2-2。

表 2-2 认识实习内容分类

单位 周	实习单位 A	实习单位 B	实习单位 C	实习单位 D	实习单位 E
第一周	实习内容 1	实习内容 4	实习内容 7	实习内容 10	实习内容 13
第二周	实习内容 2	实习内容 5	实习内容 8	实习内容 11	实习内容 14
第三周	实习内容 3	实习内容 6	实习内容 9	实习内容 12	实习内容 15

实习过程中，带队老师与学生负责人之间要保持畅通的联系（见表 2-3），以便处理日常工作，应对突发事件。

表 2-3 带队老师与学生负责人的联系方式样表

第 1 大队				
带队老师姓名	大队长 1	中队长 1	中队长 2	中队长 3
手机	手机	手机	手机	手机
小队长 1	小队长 2	小队长 3	小队长 4	小队长 5
手机	手机	手机	手机	手机
小队长 6	小队长 7	小队长 8	小队长 9	
手机	手机	手机	手机	
第 2 大队				
带队老师姓名	大队长 2	中队长 4	中队长 5	中队长 6
手机	手机	手机	手机	手机
小队长 10	小队长 11	小队长 12	小队长 13	小队长 14
手机	手机	手机	手机	手机
小队长 15	小队长 16	小队长 17	小队长 18	
手机	手机	手机	手机	
第 3 大队				
带队老师姓名	大队长 3	中队长 7	中队长 8	中队长 9
手机	手机	手机	手机	手机
小队长 19	小队长 20	小队长 21	小队长 22	小队长 23
手机	手机	手机	手机	手机
小队长 24	小队长 25	小队长 26	小队长 27	
手机	手机	手机	手机	
第 4 大队				
带队老师姓名	大队长 4	中队长 10	中队长 11	中队长 12
手机	手机	手机	手机	手机
小队长 28	小队长 29	小队长 30	小队长 31	小队长 32
手机	手机	手机	手机	手机
小队长 33	小队长 34	小队长 35	小队长 36	
手机	手机	手机	手机	

认识实习的主要目的是总体了解电厂的设备系统构成、工作原理、相互关系、安全生产常识等，不以跟班运行为主要内容。实习过程中，每一个学生应当明白自己的小队分组情况（见表 2-4），并与本小队队长保持联系。

表 2-4 学 生 分 组 表

编号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1 中队										
1 小队	姓名	姓名	姓名	姓名	姓名	姓名	姓名	姓名	姓名	姓名
2 小队	姓名	姓名	姓名	姓名	姓名	姓名	姓名	姓名	姓名	姓名
3 小队	姓名	姓名	姓名	姓名	姓名	姓名	姓名	姓名	姓名	姓名
2 中队										
4 小队	姓名	姓名	姓名	姓名	姓名	姓名	姓名	姓名	姓名	姓名
5 小队	姓名	姓名	姓名	姓名	姓名	姓名	姓名	姓名	姓名	姓名
6 小队	姓名	姓名	姓名	姓名	姓名	姓名	姓名	姓名	姓名	姓名
3 中队										
7 小队	姓名	姓名	姓名	姓名	姓名	姓名	姓名	姓名	姓名	姓名
8 小队	姓名	姓名	姓名	姓名	姓名	姓名	姓名	姓名	姓名	姓名
9 小队	姓名	姓名	姓名	姓名	姓名	姓名	姓名	姓名	姓名	姓名
⋮										
n 中队										
a 小队	姓名	姓名	姓名	姓名	姓名	姓名	姓名	姓名	姓名	姓名
b 小队	姓名	姓名	姓名	姓名	姓名	姓名	姓名	姓名	姓名	姓名
c 小队	姓名	姓名	姓名	姓名	姓名	姓名	姓名	姓名	姓名	姓名

2.8 现场实习流程

- 每次入厂之前，要整队清点人数。
- 各大队长要搜集学生最新的健康、考勤情况，带队老师要与实习单位相关负责人联系，了解实习单位最新的生产情况和安排。
- 带队老师对学生宣讲本次实习的内容和注意事项。
- 检查安全帽、入厂证是否齐全，鞋子、裤子、上衣是否符合实习单位的规定，学生长发是否全部放在安全帽以内。
- 对身体不适的学生，要留下一两个学生予以生活方面的照顾。
- 提醒学生关闭手机，整队、有秩序地入厂。
- 实习、参观过程中，要将学生的安全放在第一位。学生的提问可以在合适的场所有序进行。
- 出厂时，要签字、整队，整齐地离开厂区。
- 对身体不适的学生，要联系医疗机构，作医疗方面的妥善处理。

学生在厂区内参观、实习的流程见图 2-2。

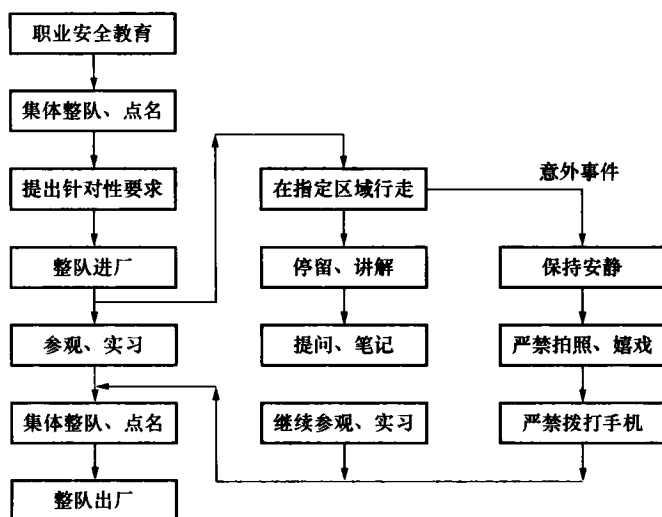


图 2-2 学生现场实习流程

实习带队老师与学生的联系方式见图 2-3。

学生对工厂的联系人不熟悉，工厂的讲解人员的授课方式也与大学有很大区别。学生一般不会对他们提出太多问题。

实习带队老师要在夜间考勤时回答学生提出的问题，并与学生讨论一些内容。这个过程可以使学生对老师产生信任感，同时可以使老师及时收集学生反馈信息，及时处理各种问题。

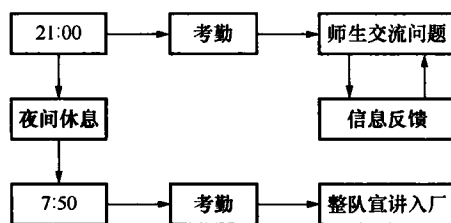


图 2-3 实习带队老师与学生的联系方式

学生提出的问题可能涉及专业知识、行业发展动态、外出实习期间的生活方面、实习单位的详细细节等内容。

2.9 特异体质学生注意事项

有特异体质的学生，要与实习带队老师联系。实习带队老师要作出妥善处理，以免在规模较大的集体认识实习过程中发生意外。特异体质包括：

- (1) 高血压患者。
- (2) 心脏病患者。
- (3) 低血糖患者。
- (4) 色盲、色弱患者。
- (5) 恐高症患者。
- (6) 肢体残疾患者。

(7) 不适合参加认识实习的其他特殊体质。需要出具三级甲等医院的书面医疗诊断证明（加盖公章），并提前向带队老师说明。

2.10 学生的着装注意事项

认识实习是大规模校外教学实践活动。为了防止意外的发生，学生在着装方面要注意以下几点：

- (1) 留长发的学生，要把长发盘起来，完全放在安全帽内才可以进厂实习。
- (2) 不许穿凉鞋、高跟鞋进厂，鞋子要能遮盖脚指头、脚跟和脚面。
- (3) 不许穿短袖衫进厂，上衣必须是长袖。
- (4) 不许穿裙子、吊带背心或者短裤入厂，入厂必须穿长裤。

2.11 学生的言行举止注意事项

为了防止意外的发生，实习过程中，学生在言行举止方面要注意以下几点：

- (1) 不许在厂区内拍照。
- (2) 不许在厂区内打闹、嬉戏。
- (3) 不许在厂区内抽烟、随地吐痰、随地扔垃圾。
- (4) 不许在公共交通工具上抽烟、随地吐痰、随地扔垃圾。
- (5) 在实习期间，要在指定的地点就餐、住宿；需要离队的学生需要向带队老师提出书面申请两份，亲自与带队老师说明情况，经过带队老师书面同意后方可离队。
- (6) 实习期间，如果对实习单位的管理或者硬件设施有意见，可以与带队老师联系，由带队老师与相关人员协商解决问题。
- (7) 实习期间，如果与实习单位当地的居民发生摩擦，可与带队老师联系。如果事情紧急，可以保持沉默，拨打 110 报警电话，请当地警方出面解决问题，不要将摩擦扩大为打架、斗殴甚至抢劫等犯罪行为。
- (8) 在厂区内实习期间，行走时要注意头上是否有障碍，脚下是否有不平整的路面，转弯是否安全。列队行走过程中，要依照顺序行走，不得拥挤和推靠别人。锅炉、汽轮机车间的平台扶梯为钢板网结构，扶梯的宽度为 0.70m，坡度为 50° ，行走过程中要注意安全。
- (9) 小队长要随时掌握并负责本小队同学的安全工作，如果遇到自己解决不了的问题，可与中队长、大队长联系。
- (10) 中队长负责本中队同学的安全工作，如果遇到自己解决不了的问题，可与大队长、带队老师联系。

3 认识实习的内容

发电设备包括水电机组、核电机组、太阳能发电机组、地热发电机组等。火力发电厂的主要任务是将燃料或者其他热源的热能尽可能多地转变为电能。

在我国,火力发电厂常以煤炭为燃料,产品主要是交流电能。随着国内工业体系的日益完备和分工的细化,电力生产过程也产生了新的变革。

第一,凝汽式火电机组的蒸汽压力、温度、单机容量逐步提高,供电煤耗逐步降低,电厂效率逐步提高。国内最先进的超超临界压力凝汽式机组的供电煤耗已降低到 $282\text{g}/(\text{kW}\cdot\text{h})$ 。

第二,有条件的城市,将凝汽式机组改成热电冷三联供机组,进一步降低了综合供电煤耗,提高了火力发电厂(热电厂)的经济性。

第三,随着西部天然气田的发现,北京、重庆、上海等地的燃气—蒸汽联合循环热电联供机组正逐步投入商业运行。

第四,为了适应国内煤炭市场波动幅度大且频繁的特点,同时为了处理城市垃圾和农作物秸秆,循环流化床锅炉的容量、压力和温度逐步提高,进入了电站锅炉领域。

第五,目前国内火电装机容量已经超过 6.7 亿 kW ,大规模的火电生产必然带来严重的环境压力。随着国内环保标准的提高,烟气脱硫技术、烟气脱硝技术、高效除尘技术以及固体废弃物的资源化利用将成为新的产业。

2010~2050 年,国内工业品市场的发展对煤炭、电力、热能的需求量会逐步提高,热能与动力工程专业将不再限于火力发电厂自身的生产过程,供电、供热、供冷、固体废弃物的资源化利用也可能会进入热能与动力工程专业的学科范围。通过认识实习,要使在校本科学生对现有发电技术、火电技术的发展史和未来的发展趋势有一个初步、系统的了解。

3.1 火力发电厂凝汽式机组的认识实习

根据中国电力企业联合会的统计数据,截至 2010 年底,国内电站装机容量已经达到 9.62 亿 kW ,其中火电部分约 6.7 亿 kW 。火电机组中,绝大部分都是凝汽式机组。火力发电厂凝汽式机组的简易原则性热力系统见图 3-1。

如图 3-1 所示,燃料的化学能在锅炉中转变为蒸汽的热能,蒸汽的热能在汽轮机中转化为机械能,汽轮机的机械能在发电机中转变为电能,电能则经过电网输送给电用户。因此,蒸汽动力循环过程就是将燃料的化学能源源不断地转变为电能。

燃料分为固体燃料、液体燃料和气体燃料。固体燃料主要指煤炭、农作物秸秆、

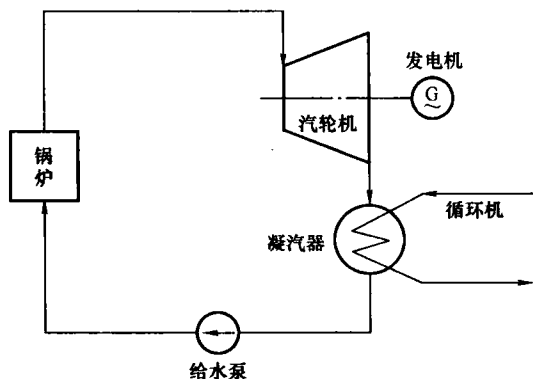


图 3-1 火力发电厂凝汽式机组的简易原则性热力系统