

供电企业生产技能人员实训教材

直流设备检修

国网河北省电力公司 组编

GONGDIANQIYE
SHENGCHAN JINENG RENYUAN
SHIXUN JIAOCAI



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

供电企业生产技能人员实训教材

直流设备检修

国网河北省电力公司 组编



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

为加强供电企业岗位培训的基础建设,提高培训针对性和实效性,根据公司精益化管理、标准化建设的工作要求,以规范、规程和生产作业指导书为依据,国网河北省电力公司组织直属各供电公司、检修分公司、培训中心的专家编写了本套《供电企业生产技能人员实训教材》(共18本)。

本书为《直流设备检修》,主要包括直流实训室概况、公共专业知识、直流实训基本操作、直流系统辅助设备知识、直流设备的巡视与维护、直流屏的直流断路器操作、事故及异常处理、直流设备的试验、直流设备验收及投运。

本书可供供电企业直流设备检修专业技能、管理人员使用,也可作为提高直流设备检修岗位人员工作能力的培训用书,还可作为电力职业院校教学参考书。

图书在版编目(CIP)数据

直流设备检修 / 国网河北省电力公司组编. —北京: 中国电力出版社, 2015.10

供电企业生产技能人员实训教材

ISBN 978-7-5123-5071-7

I. ①直… II. ①国… III. ①直流-输电-电气设备-检修-技术培训-教材 IV. ①TM721.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 250086 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>)

航远印刷有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2015 年 10 月第一版 2015 年 10 月北京第一次印刷

710 毫米×980 毫米 16 开本 17 印张 322 千字 1 插页

定价 46.00 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

供电企业生产技能人员实训教材 直流设备检修

编 委 会

主 任 刘克俭

副 主 任 董双武 苑立国

成 员 赵 宁 侯书其 齐向党 王向东

倪广德 赵立刚

编审组组长 赵 宁 齐向党

副 组 长 侯书其 王向东 倪广德 赵立刚

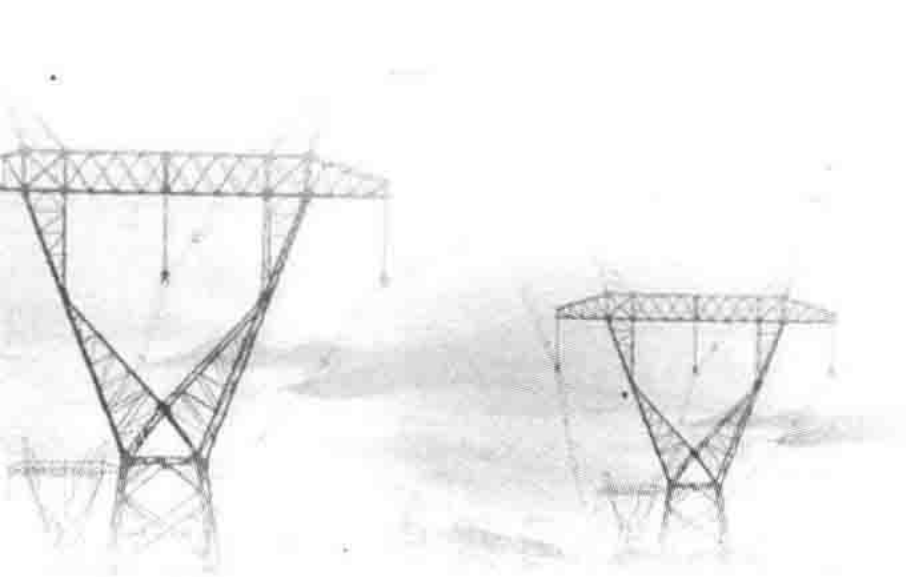
主 编 刘洁云

主 审 贾志辉

成 员 梁红梅 张亚亮 付 强 王 民

王 宁 陈铁雷 吕云飞 许大平

金 怡



序

国家电网公司董事长刘振亚曾经说过：“在改革发展的关键时期和攻坚克难的考验面前，能不能勇担责任、战胜挑战，完成好各项任务，根本要靠高素质的干部员工队伍。”从某种意义上讲，人才是企业的发展之基、转型之要、跨越之本。作为现代化国有特大型企业，必须从发展的视角、战略的高度充分认识人才培养在企业发展中的地位和作用。

国家电网公司“三集五大”体系建设进一步深化，特高压电网进入全面大规模建设阶段，河北省产业调整、工业升级、生态建设同步推进，长远来看电力需求将稳步增长，对电网发展提出更高要求。只有持续提高电网安全运行水平，才能切实担负起服务京津冀协同发展、促进产业转型、服务保障民生的重任。电网生产技能人员是电网企业安全生产的基础，如何培养出一支满足公司发展和电网发展需要的生产技能人才队伍是当前乃至以后较长一个时期的重大课题。

近年来，河北公司以岗位核心技能为重点，以高技能人才队伍建设为抓手，以考试考核为手段，大力开展全员培训取得了明显效果。同时由于培训、竞赛、调考力度的加大，也暴露出了课程教材题库等基础建设的薄弱，由于缺乏长期、统一和规范的教材开发体系，培训教材普遍存在偏重理论知识、技能操作内容较少、针对性差、实用性低的问题，特别是针对高技能人才培训的教材数量尚少，无法满足公司发展对员工

岗位能力不断提高的要求。

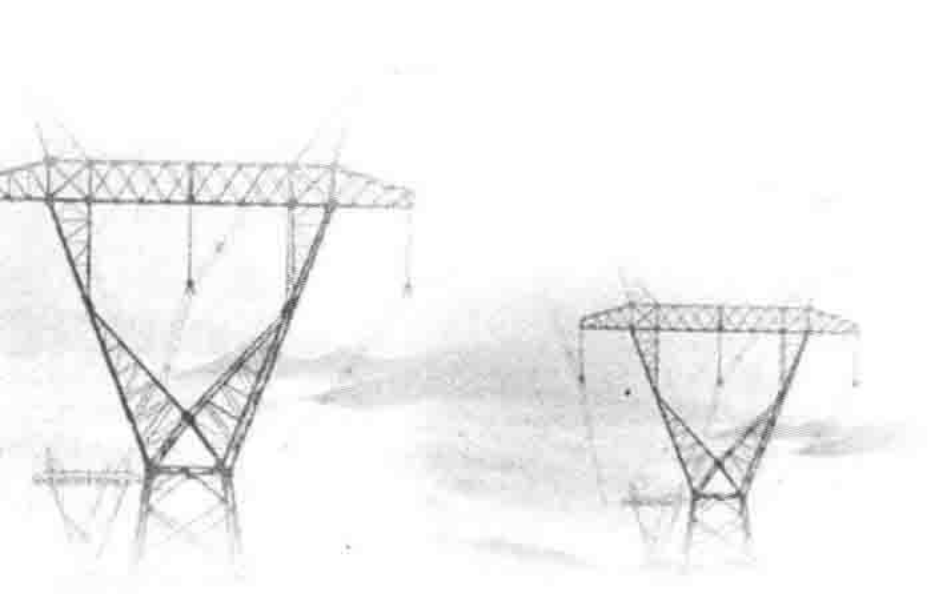
本着“干什么练什么，缺什么学什么”的目的，公司提出以科学发展观为指导，紧密结合现场实际操作要求，以技能训练为核心，以规范、规程、作业指导书为依据，以实训室设备设施为基础，在保证知识够用、技能必备的基础上，重点突出实用性、针对性、典型性，组织公司本部专业处室、培训中心、基层单位 18 个专业 115 名专家，在全面收集、分析、筛选现有技能培训教材和现场作业项目，借鉴优秀培训教材的基础上，结合生产一线岗位技能培训的实际需要，编制完成了《供电企业生产技能人员实训教材》。

《供电企业生产技能人员实训教材》共计 18 分册，涵盖了供电企业 16 个专业职种。以技能训练为主线，结合现场使用的《电力生产标准化作业指导书》、《操作导则》等技能操作规范，与各职种现场设备、技术手段、标准化作业程序同步。本教材可用于实训操作训练指导，亦可作为现场培训和生产作业流程优化参考资料。

我们相信，在众多专家的共同努力和广大生产技能人员的支持下，实训教材体系将日趋完善，电网生产技能人员综合能力会日渐提高，企业安全生产根基将持续夯实，建设世界一流电网、国际一流企业的目标将不再遥远。真诚希望本书能够为您带来帮助。

苑立国

2015 年 2 月



前言

为满足供电企业一线员工现场培训需求,加强供电企业生产技能岗位培训的基础建设,推动生产作业标准化,国网河北省电力公司选择 18 个专业(工种),编写了本套《供电企业生产技能人员实训教材》(简称《实训教材》)。《实训教材》中国电网河北省电力公司一线生产专家编写,省公司组织专业审核把关,并由经验丰富的技术专家担任主审,经省公司组织试用、研讨、反复修改后成稿。

《实训教材》紧密结合现场实际操作要求,以技能训练为核心,以供电企业技术规范、规程、作业指导书为依据,突出教材可操作性、实用性、针对性和典型性。在内容定位上,以专业技能为重点,突出标准化作业,规范作业行为。在编写模式上,各专业(工种)实训指导教材不分层级,要求参训人员均按规范的、标准的作业要求完成实训项目,以操作流程为主线,相关知识和技能有限度展开,由浅入深。在使用功能上,直接用于实训室操作训练指导,并可作为现场培训和生产作业流程优化参考资料。

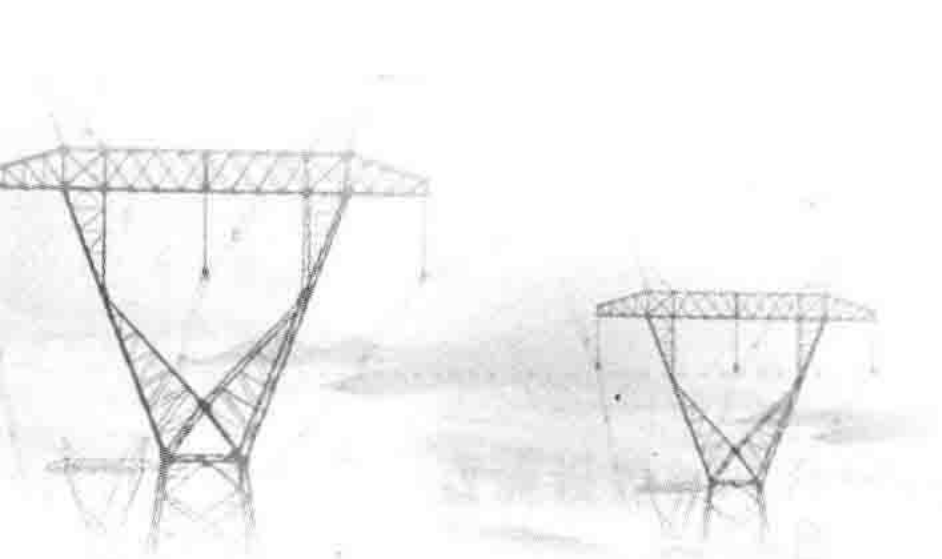
本书为《直流设备检修》,重点介绍直流实训基地及直流系统辅助设备基本操作,直流设备的巡视与维护、直流断路器操作、事故及异常处理,直流设备的试验、验收及投运。同时本书对当前应用的新技术予以介绍,引用标准、规范力求最新。本书每章内容后面附带小结和思考练习题,针对实训给出项目评分细则,便于读者掌握重点内容和培训考核使用。本书最大程度地力求内容与实际紧密结合,理论与实际操作并重。

本书由刘洁云任主编,由贾志辉任主审。参加编写的有梁红梅、张亚亮、付强、王民、王宁、陈铁雷、吕云飞、许大平、金怡。

本书对供电企业直流设备检修岗位技能培训有较强的指导作用,也可给现场技术人员流程研究和优化提供参考,由于编者水平所限,加之时间仓促,书中难免存在疏漏或不妥之处,敬请广大读者批评指正。

编者

2015 年 2 月



目 录

序 前言

第一篇 实训概要

第一章 直流实训室概况	3
第一节 直流实训室功能	3
第二节 直流实训室简介	4
第三节 直流设备实训依据的规程规范	5
第二章 公共专业知识	7
第一节 基础规范	7
第二节 作业指导书的编写与实施	9
第三节 二次回路中的符号与标号	21
第四节 二次回路基本知识	23
第三章 直流实训基本操作	30
第一节 运行方式	30
第二节 直流电源监控系统的基本操作	31
第四章 直流系统辅助设备知识	50
第一节 无人值班变电站的直流系统	50
第二节 逆变模块	53
第三节 UPS 知识	55
第四节 事故照明供电	69

第五节 便携式充电机	73
------------------	----

第二篇 实 训 项 目

第五章 直流设备的巡视与维护	83
----------------------	----

项目一 运行中的防酸蓄电池的巡视与维护	83
项目二 阀控蓄电池的巡视与维护	88
项目三 镉镍蓄电池的巡视与维护	100
项目四 充电机的巡视与维护	108
项目五 馈线屏的巡视与维护	118
项目六 绝缘监察装置的巡视与维护	130
项目七 蓄电池巡检装置的巡视	138

第六章 直流屏的直流断路器操作	143
-----------------------	-----

项目一 母联直流断路器的操作	145
项目二 蓄电池组退出运行转检修的倒闸操作	150
项目三 备用充电机投入运行的倒闸操作	154
项目四 单电单充转双电双充运行倒闸操作	158

第七章 事故及异常处理	162
-------------------	-----

项目一 直流接地	162
项目二 充电机故障	174
项目三 运行的蓄电池组个别蓄电池故障	181
项目四 绝缘监察装置异常处理	193

第八章 直流设备的试验	204
-------------------	-----

项目一 蓄电池放电	205
项目二 充电机参数测试	210
项目三 单体电池活化	219
项目四 直流断路器特性测试	229
项目五 蓄电池内阻测试	238

第九章 直流设备验收及投运 245

项目一 新安装的蓄电池组投运前要进行的工作 246

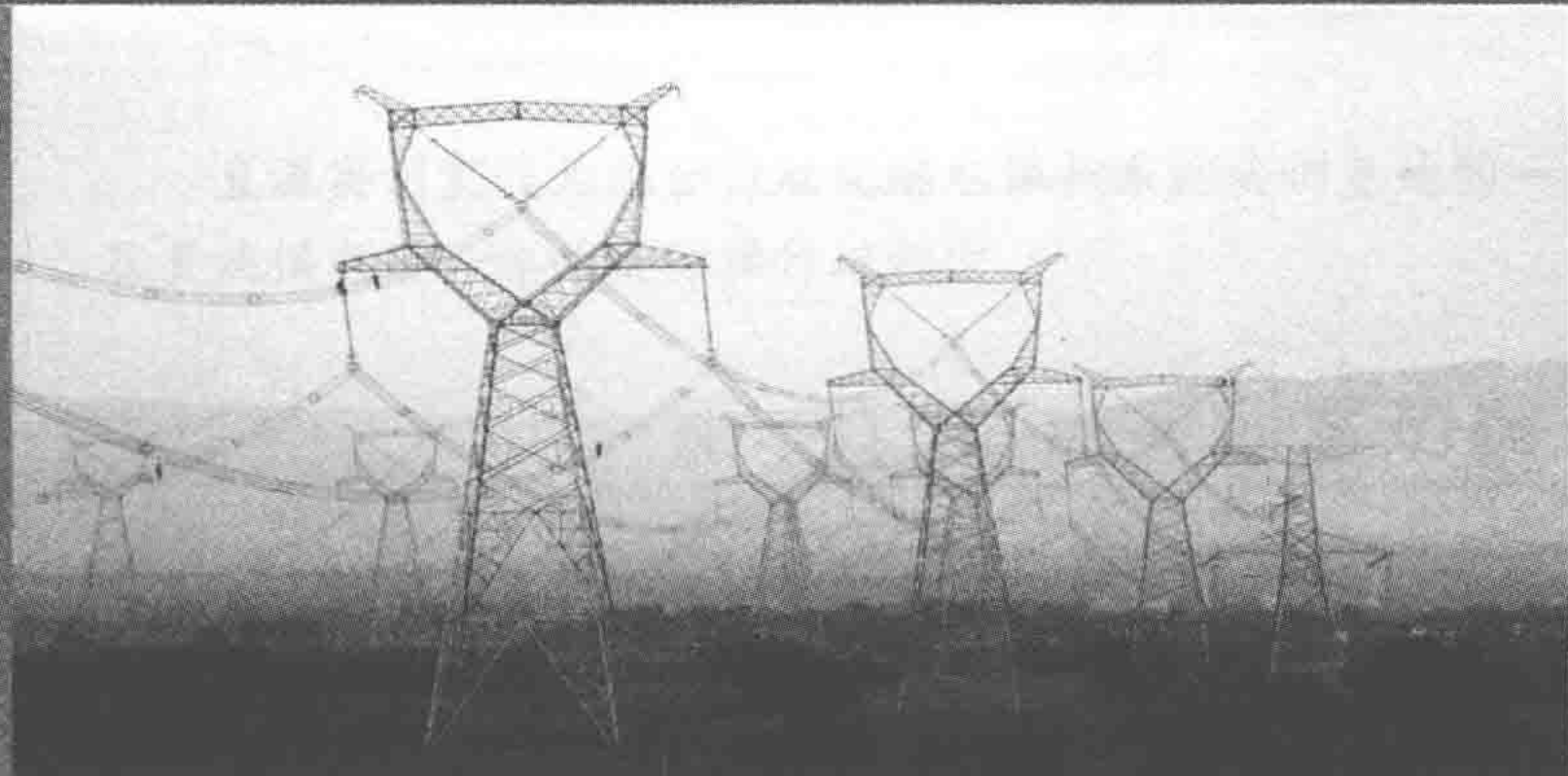
项目二 新安装充电机的验收及投运 249

项目三 直流绝缘接地选线装置的验收试验 252

附录 A 智能变电站交直流一体化电源系统 255

参考文献 259

供电企业生产技能人员实训教材
直流设备检修



第一篇

实训概要

第一章

直流实训室概况

直流实训室作为综合自动化继电保护系统实训基地的一部分，是集培训、运行及直流供电于一体的实际操作培训室。

第一节 直流实训室功能

一、直流设备实训室设置的重要意义

随着社会的进步和信息化、自动化程度的不断提高，人们对电力、通信、金融、交通等行业的依赖程度进一步加深，也对供电系统的可靠性提出了更高的要求。在电力系统中，直流电源系统作为继电保护、自动装置、控制操作回路等的供电电源，是继电保护、自动装置正确动作的基本保证，是保证供电可靠性的重中之重。

一直以来，直流电源系统作为发电厂、变电站的核心部分，经历了很多的考验，随着自动化水平的提高，对直流电源的要求也越来越高，要求它们不仅能可靠供电，还要有更高质量的供电水平，稳压精度、稳流精度、纹波系数、均流度等一系列的参数要求，迫使直流电源设备不断更新，检验手段也越来越精确。但是，目前的直流设备检修人员以及运行值班人员在此方面培训的机会很少，并且没有像其他专业有具体设备可供操作，因此需要建设直流设备实训室，为直流设备运行、维护、检修培训打下坚实的基础，这对进一步提高直流设备检修运行人员的专业知识、专业技能具有重大意义。

直流培训室除可以对直流设备检修人员进行直流专业的设备检修维护培训外，还可以进行变电站值班人员的直流电源日常运行维护、运行监控、改变运行方式等操作项目的培训。另外，还可以进行运行人员、检修人员联合反事故演习，现场事故回放分析等。

二、直流设备实训室实训项目设置

(一) 直流屏操作

(1) 改变直流系统的运行方式；

- (2) 根据直流设备的具体运行情况设定直流设备的运行参数;
- (3) 直流系统运行数据的监控;
- (4) 直流设备故障、告警原因查找及消除;
- (5) 直流设备的验收、调试试验;
- (6) 高频开关模块更换;
- (7) 直流设备的巡视及维护;
- (8) 充电机参数测试;
- (9) 直流断路器、熔断器更换;
- (10) 直流断路器特性测试。

(二) 蓄电池组操作

- (1) 蓄电池组运行、维护;
- (2) 蓄电池容量试验;
- (3) 单电池活化试验;
- (4) 充、放电参数设定;
- (5) 故障、告警查询。

(三) 直流设备的异常、故障处理

- (1) 直流母线过、欠压告警;
- (2) 充电机过流告警;
- (3) 直流接地的查找及排除;
- (4) 直流空气开关脱扣;
- (5) 蓄电池过、欠压告警;
- (6) 蓄电池断线故障。

第二节 直流实训室简介

220kV 变电站综自继保系统实训基地包括 220kV 综自继保实训室、110kV 综自继保实训室和直流电源系统实训室。直流实训室根据《国家电网公司十八项电网重大反事故措施(修订版)》要求,设置了三台充电机、两组 200Ah 蓄电池,占地 120m²,共有 12 面屏,其布置见图 1-1、图 1-2。

三面充电机屏,每一面配置有四台高频开关整流模块,微机监测装置,其中 1、2 号充电机还分别配置了逆变整流模块,以满足不同的放电形式培训需要;两面馈电屏,可分别输出 28 路分支,并配置有支路接地选线微机装置;一面联络屏,以遵循正常运行时单母线分段,发散式运行方式,其他情况下母联断路器合位实现单母线运行方式,保证不间断供电;两面分电屏(在 220kV 综自继保实训室)各 24×2

路分支，满足控制、保护等不同的用户需求。

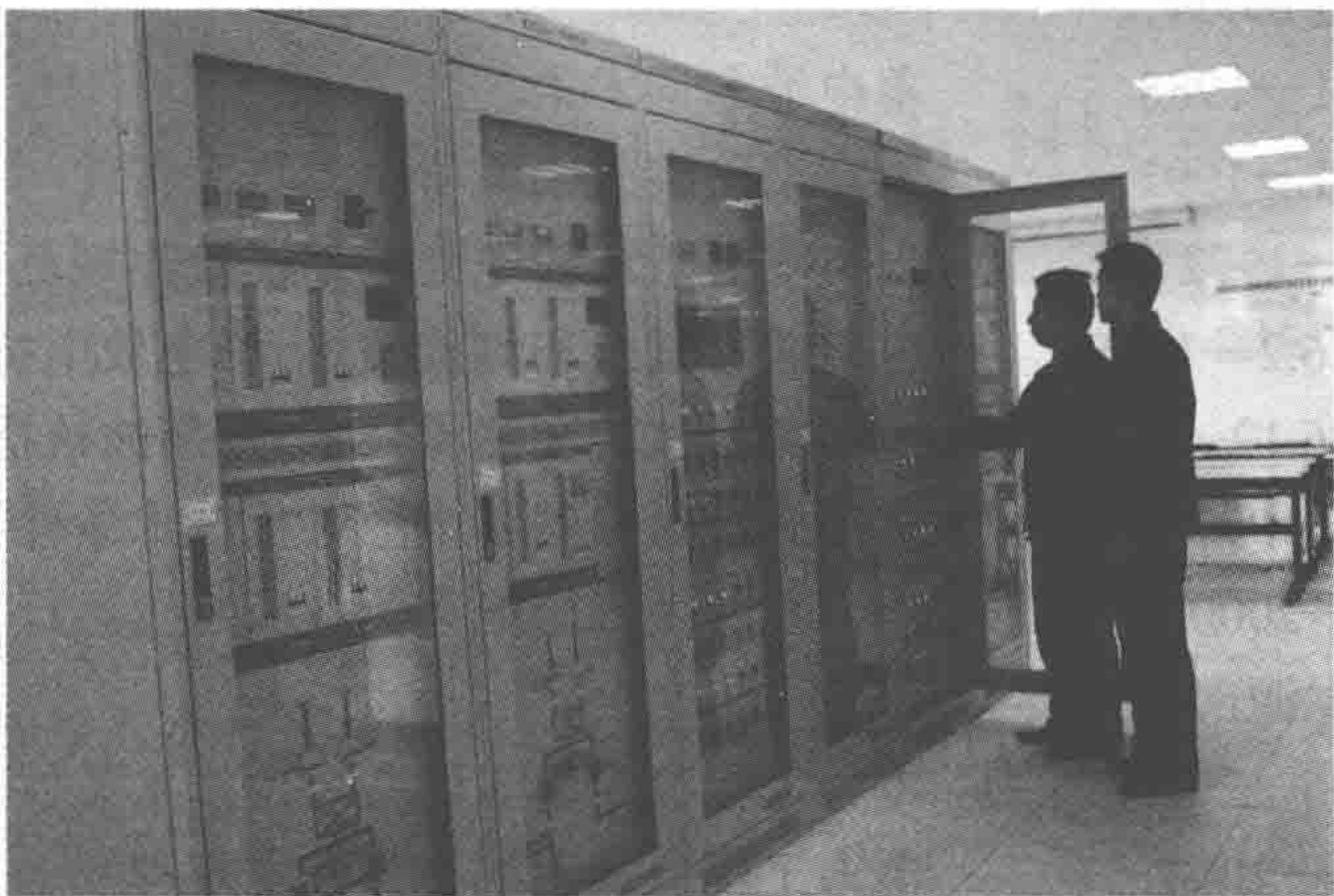


图 1-1 实际直流屏

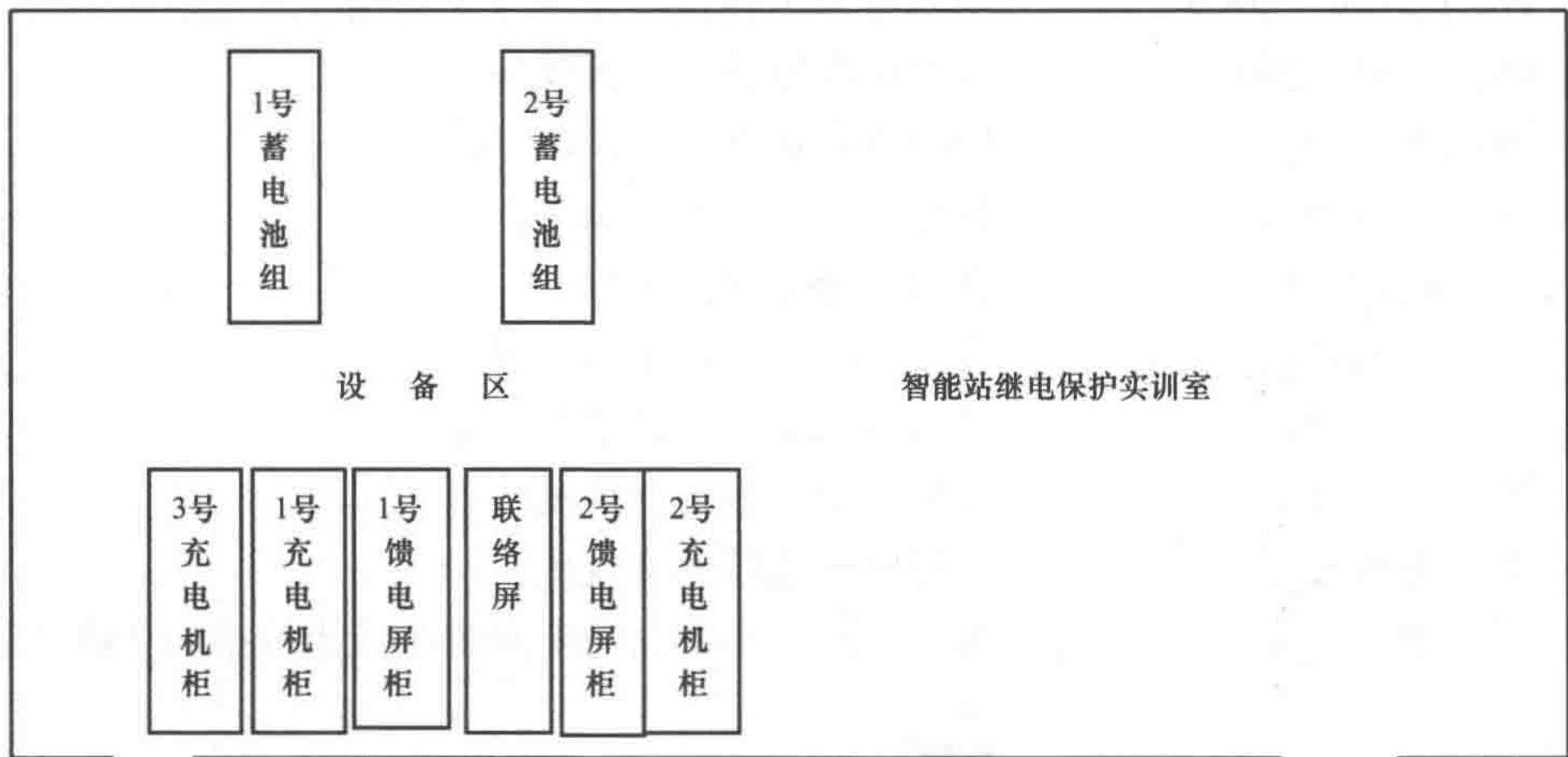


图 1-2 实训室平面布置图

四面蓄电池屏，1、2 号蓄电池屏由 104 只容量为 200Ah 的阀控式免维护铅酸蓄电池组成，采用每 10 只一组进行检测，型号为 DJX-1021D 的电池巡检装置；3、4 号蓄电池屏由 104 只容量为 200Ah 阀控式免维护铅酸蓄电池组成，采用每 20 只一组进行检测，型号为 TEP-B-C 的电池巡检装置。

第三节 直流设备实训依据的规程规范

电力系统直流设备安装、验收、使用维护及检修中必须遵守国家及行业所制定

的各项规程、规范，这些国家及行业标准包括：

(1) 蓄电池部分：

GB 2900.11—1988

蓄电池名词术语

GB 13337.1—1991

固定型防酸式铅酸蓄电池技术条件

GB 50172—1992

电气安装工程蓄电池施工及验收规范

GB/T 17626.2—1998

电磁兼容试验和测量技术 静电放电抗扰度试验

GB/T 17626.12—1998

电磁兼容试验和测量技术 振荡波抗扰度试验

DL/T 637—1997

阀控式密封铅酸蓄电池订货技术条件

DL/T 724—2000

电力系统用蓄电池直流电源装置运行与维护规程

(2) 直流电源部分：

GB/T 19826—2005

电力工程直流电源设备通用技术条件及安全要求

DL/T 5044—2004

电力工程直流系统设计技术规程

DL/T 459—2000

电力系统直流电源订货技术条件

DL/T 5120—2000

小型电力工程直流系统设计规程

DL/T 781—2001

电力用高频开关整流模块

国家电网公司

电力生产设备评估管理办法

国家电网公司

变电站管理规范（试行）

国家电网公司

直流电源系统技术标准

国家电网公司

直流电源系统技术监督规定

国家电网公司

预防直流电源系统事故措施

国家电网公司

直流电源系统运行规范

国家电网公司

直流电源系统检修规范

国家电网公司

国家电网公司十八项电网重大反事故措施（修订版）



小 结

通过本章学习，了解直流电源在电力系统中的作用，以及建立直流实训室的必要性；对于国家及行业所做出的关于直流电源及直流设备的各种规程、规范在以后的工作中所起的指导性作用有基本的了解。



思考练习题

1-1 直流电源在电力系统有哪些重要作用？

1-2 直流实训基地的重要意义是什么？

第二章

公共专业知识

直流系统接线图是进行直流系统工作的依据,为更好地完成现场工作,本章介绍了直流设备检修人员的基础规范、作业指导书的编制与实施及二次回路的一些基本知识。

第一节 基础规范

一、直流检修工的岗位职责

(1) 负责完成直流设备的检修、消缺和日常维护工作。对直流系统各部分应定期进行巡视、检查、维护。

(2) 直流设备相关工作必须按规定认真填写工作票、作业指导书或指导卡,严格审查,严格执行工作监护,工作票合格率 100%。

(3) 认真执行检验规程,提高检修工艺水平,确保设备检修质量,对分管设备的检修和运行质量负直接责任,直流设备完好率达 100%。

(4) 服从工作安排,严格按照施工计划、措施、工期、进度和质量的要求,完成上级领导下达的各项生产任务。

(5) 认真执行有关安全的各项规程、规定和要求,增强安全意识,克服习惯性违章作业,确保人身和设备的安全。

(6) 积极参与本组生产疑难问题的分析、研究和解决工作。

(7) 积极参加技术培训活动,钻研业务技术,提高业务技术水平,做到“三熟三能”(熟悉设备构造、性能、系统布置和工作原理,熟悉检修施工工艺、质量标准 and 运行知识,熟悉本岗位的规程制度;能修好设备和排除故障,能掌握一般钳工工艺和常用材料性能,能看图纸和画简单的加工图)。

(8) 积极参加民主管理、班组建设及政治学习活动,提高自身综合素质。

(9) 积极参加节能降耗活动。

(10) 分管设备的图纸、资料、检修记录等应完整、齐全。