

工人岗位培训实用技术读本

工厂供电技术

吉化公司 组织编写
林玉歧 主编



化学工业出版社

工业装备与信息工程出版中心

工人岗位培训实用技术读本

工厂供电技术

吉化公司 组织编写

林玉歧 主编

化学工业出版社

工业装备与信息工程出版中心

·北京·

(京)新登字 039 号

图书在版编目(CIP)数据

工厂供电技术/林玉歧主编. —北京: 化学工业出版社, 2002.12

工人岗位培训实用技术读本

ISBN 7-5025-4035-0

I. 工… II. 林… III. 工厂-供电-技术培训-教材
IV. TM727.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2002) 第 069906 号

工人岗位培训实用技术读本

工厂供电技术

吉化公司 组织编写

林玉歧 主编

责任编辑: 刘 哲

责任校对: 陶燕华

封面设计: 郑小红

*

化 学 工 业 出 版 社 出版发行

工业装备与信息工程出版中心

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

发行电话: (010) 64982530

<http://www.cip.com.cn>

*

新华书店北京发行所经销

化学工业出版社印刷厂印刷

三河市宇新装订厂装订

开本 850 毫米×1168 毫米 1/32 印张 18 字数 484 千字

2003 年 1 月第 1 版 2003 年 1 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-4035-0/TM·21

定 价: 36.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

《工人岗位培训实用技术读本》

编写委员会

主 任：焦海坤

副主任：刘振东 孔祥国 魏 然

委 员：刘焕臻 李 固 曲诗林

关昱华 王成林 刘勃安

周国庆

前 言

由中国化工机械动力技术协会与吉林化学工业公司共同组织编写的《技术工人岗位培训读本》，包括《电焊工》、《气焊工》、《检修钳工》、《管工》、《铆工》、《起重工》、《维修电工》、《仪表维修工》共 8 个分册，于 2001 年年初由化学工业出版社出版发行后，得到了广大读者，尤其是工人读者的厚爱，至今已销售 80000 余册。

为了满足更广泛的企业技术工人岗位培训的需要，不断提高技术工人的专业技术水平，增强技术工人在科技飞速发展形式下的技术素质以及在市场经济体制下的竞争能力，中国化工机械动力技术协会与吉化公司决定共同组织编写《工人岗位培训实用技术读本》(以下简称《读本》)，包括《电镀技术》、《防腐蚀衬里技术》、《工业清洗技术》、《热处理技术》、《无损检测技术》、《带压补漏技术》、《管道施工技术》、《电机修理技术》、《工厂供电技术》、《仪器分析技术》共 10 个分册。

这套《读本》主要具有以下特点：

(1) 实用性。由长期工作在生产一线、具有丰富实践经验的工程师、高级技师编写，注重解决生产实践中的难题，注重提高技术工人的素质和能力，特别是技术工人取证后素质和能力的培养、提高。

(2) 技能性。不刻意强调知识的系统性和完整性，而是注重知识和技能의 紧密联系，突出技能和技巧。

(3) 通用性。以化工行业为基础编写，但不局限于化工行业，而是拓展到其他领域。特别是在举例方面，充分照顾到不同行业的通用性。

(4) 新颖性。既介绍常用的、传统的技术、工艺、方法，又介

绍新技术、新工艺、新方法，尤其是当前企业中运用比较普遍或成熟的。

(5) 广泛性。既满足大型企业技术工人提高技能的要求，又照顾到中、小型企业技术工人生产实践的需要。

《工厂供电技术》是这套《读本》的其中之一。

电能是重要的能源之一，它既易于由其他形式的能量转换而来，又易于转换为其他形式的能量以供应用。电能的输送和分配既简单经济，又易于控制、调节和测量，在工农业生产、交通运输、国防建设等方面得到广泛的应用。工厂供电就是指工厂所需电能的供应和分配问题。本书以通俗易懂的语言，介绍了电力负荷及其计算、短路电流及其计算、变电所一次系统、二次接线、继电保护与二次回路、过电压保护及接地装置的内容，力求突出实用性，通过应用实例的分析，使读者得到更多的实际经验。

全书由林玉歧主编，袁志彪、郭玉等审阅。

由于编者水平有限，不足之处在所难免，敬请读者批评指正。

编 者

2002 年 6 月

内 容 提 要

本书是《工人岗位培训实用技术读本》之一。

全书共分 15 章，内容包括变、配电所常用电气设备、隔离开关、高压断路器、变压器、电力电缆、电力负荷及其计算、变电所一次系统、短路电流及其计算、继电保护与二次回路、操作电源、断路器的控制、二次接线、过电压保护及接地装置等等。全书突出实用性，分析了部分应用实例，可以扩大技术工人的知识面，提高专业技术水平。

本书可作为技术工人培训教材或自学教材，亦可供有关工程技术人员和管理人员等学习使用。

目 录

第 1 章 电力系统的基本知识	1
1 电力系统的组成及要求	1
1.1 电力系统的组成	1
1.2 联合电力系统的优越性	3
1.3 对电力系统的基本要求	4
2 电网的额定电压	6
3 电力系统中性点的运行方式	8
3.1 中性点不接地方式	9
3.2 中性点经消弧线圈接地的系统	14
3.3 中性点直接接地系统	19
4 工厂企业供电系统	20
4.1 工厂企业的供电方式	20
4.2 工厂企业高压配电网络	29
第 2 章 变配电所常用电气设备	34
1 闸刀开关	34
2 接触器	34
2.1 交流接触器	35
2.2 CZ0 系列直流接触器	39
2.3 交、直流接触器的型号含义	39
2.4 按钮	40
3 熔断器	40
3.1 熔断器的技术特性	40
3.2 熔断器的类型和结构	45
3.3 低压熔断器的选择	50
4 磁力启动器及自动开关	55
4.1 磁力启动器	55
4.2 自动空气开关	59

第3章 隔离开关及其操作机构	71
1 概述	71
1.1 隔离开关的用途与要求	71
1.2 隔离开关的类型	72
2 户内隔离开关	73
2.1 GN2-10/400 型隔离开关	73
2.2 GN6-10/400 型隔离开关	73
2.3 GN10-20 型隔离开关	74
3 户外隔离开关	74
3.1 GW2 型隔离开关	74
3.2 GW4 型双柱式隔离开关	75
3.3 GW5-110D 型 V 形隔离开关	76
3.4 GW6-200GD 型单柱隔离开关	76
3.5 GW7-330 型三柱式隔离开关	79
4 隔离开关的操作机构	80
4.1 CS6 型手动杠杆操作机构	80
4.2 CS9 型手动蜗轮操作机构	82
4.3 电动操作机构	82
4.4 CY2 型电动液压操作机构	83
5 隔离开关的选择、操作及维护	86
5.1 隔离开关的技术参数	86
5.2 隔离开关的操作	86
第4章 高压断路器及其操作机构	90
1 概述	90
1.1 高压断路器的用途和基本结构	90
1.2 高压断路器的类型及其型号含义	90
1.3 高压断路器的技术参数	92
1.4 对高压断路器的基本要求	93
2 多油断路器	94
2.1 DW8-35 型多油断路器的结构	95
2.2 DW8-35 型断路器的灭弧结构及灭弧原理	96
2.3 DW8-35 型断路器的性能	97
3 少油断路器	98

3.1	SN2-10G 型少油断路器	98
3.2	SN10-10 型少油断路器	102
3.3	SN4-10, SN4-20G 型少油断路器	106
3.4	SW6-110GA 型少油断路器	110
3.5	SW6-220 型少油断路器	113
4	压缩空气断路器	114
4.1	空气断路器的特点	114
4.2	空气断路器的结构形式	114
4.3	KW4 系列空气断路器	115
5	SF ₆ 断路器和真空断路器	118
5.1	SF ₆ 断路器	118
5.2	真空断路器	121
6	断路器的操作机构	122
6.1	操作机构的作用和类型	122
6.2	操作系统的主要组成部分	123
6.3	操作机构	127
7	断路器常见的故障与处理方法	143
7.1	断路器常见的故障与处理方法	143
7.2	检修后对断路器的验收项目	147
7.3	断路器操作把的操作	148
第 5 章	变压器 互感器	149
1	变压器的类别和结构	149
1.1	变压器的类别	149
1.2	变压器的工作原理	150
1.3	变压器结构	151
2	变压器的空载运行	157
2.1	空载运行时的电势	157
2.2	空载运行时的矢量图	159
2.3	空载运行时的等值电路	161
3	变压器的有载运行	162
3.1	变压器有载运行时的电磁关系	162
3.2	折算值	165
3.3	有载运行时的矢量	166

3.4 有载运行时的等值电路	168
4 三相变压器	170
4.1 极性	170
4.2 三相变压器的连接组	171
4.3 变压器绕组极性的测定	176
5 变压器的并列运行	177
5.1 变比不同时对变压器并列运行的影响	178
5.2 短路阻抗不同对变压器并列运行的影响	181
5.3 连接组别不同时对变压器并列运行的影响	182
6 变压器的运行和事故处理	183
6.1 变压器在正常运行时的监视和维护	183
6.2 变压器的不正常运行	186
6.3 变压器常见故障的判断	190
7 电流互感器	198
7.1 电流互感器的结构和工作原理	198
7.2 电流互感器的极性及其测定方法	204
8 电压互感器	208
8.1 电压互感器的分类和结构	208
8.2 电压互感器的工作原理与特性	209
8.3 电压互感器的极性及其测定方法	210
8.4 电压互感器的接线方式	211
8.5 电压互感器的运行	215
第6章 电力电缆 母线 绝缘子	220
1 电力电缆	220
1.1 电缆线路的结构	220
1.2 电缆截面的选择	223
1.3 电缆线路的运行与维护	225
1.4 电缆的预防性试验	228
2 母线	230
2.1 母线的分类	230
2.2 母线的结构	231
2.3 母线的发热	231
2.4 母线的安装	232

2.5 母线的排列	234
2.6 母线的刷漆	234
3 绝缘子	235
3.1 绝缘子的作用	235
3.2 绝缘子的分类	235
3.3 绝缘子的选择	237
第7章 电力负荷及其计算	240
1 负荷曲线及负荷率	240
1.1 日负荷曲线	240
1.2 年负荷曲线	241
1.3 负荷率	242
2 计算负荷的确定	242
2.1 计算负荷的意义	242
2.2 用电设备容量的确定	243
2.3 需要系数的意义	245
2.4 按需要系数法确定计算负荷	248
3 工厂企业总计算负荷的确定	252
3.1 工厂需要系数法	253
3.2 按全年产量和单位产品消耗电量算法	253
3.3 逐级算法	253
3.4 确定车间变电所高压侧(6~10kV 侧)计算负荷	254
3.5 确定总降压变电所低压母线的计算负荷	254
3.6 确定总降压变电所引出线的计算负荷	254
3.7 确定全厂总计算负荷	254
4 供电系统的功率损耗、电能损耗及功率因数的确定	254
4.1 供电系统的功率损耗	254
4.2 供电系统能量损耗的估算	255
4.3 全厂功率因数的确定	256
第8章 工厂变电所一次系统操作、事故处理及安全措施	258
1 工厂供电系统的方案比较	258
2 变电所位置及变压器容量及数量的选择	259
2.1 总降压变电所位置的选择	260
2.2 总降压变电所变压器容量及数量选择	261

3 变电所的主接线图	265
3.1 接线图的意义和目的	265
3.2 对变电所主接线图的要求	267
3.3 总降压变电所接线图	268
3.4 母线制	272
3.5 配电所接线	276
4 工厂 380V 配电系统及结构	278
4.1 配电方式	278
4.2 结构	280
5 工厂供电系统的倒闸操作	281
5.1 概述	281
5.2 操作票的一般规定	283
5.3 倒闸操作的技术规定及一般规定	284
5.4 倒闸操作的注意事项	286
5.5 倒闸操作实例	287
6 变电所操作票 15 步程序法	296
7 变电所内的事故处理	298
7.1 事故处理的一般规定	298
7.2 变电所内的事故现象、可能原因及处理方法	299
8 变电所内的安全检修	305
8.1 变电所内保证安全作业的组织措施	305
8.2 变电所内保证安全作业的技术措施	310
9 变电所内检修的 10 步法	313
第 9 章 短路电流及其计算	315
1 短路电流产生的原因及后果	315
1.1 短路的原因和后果	315
1.2 短路的形式	317
2 无限大容量电力系统发生三相短路时的物理过程及有关物理量	317
2.1 无限大容量电力系统及其三相短路的物理过程	317
2.2 有关短路的物理量	319
3 三相短路电流的计算	321
3.1 概述	321
3.2 采用有名单位制算法计算	323

3.3 相对单位制算法 (* 表示标幺值)	327
4 两相短路电流的计算	332
5 短路电流的效应	333
5.1 短路电流的电动效应	333
5.2 短路电流的热效应	335
第 10 章 继电保护与二次回路	339
1 继电保护的作用与任务	339
2 继电保护的基本要求与基本原理	341
2.1 继电保护的基本要求	341
2.2 继电保护的基本原理	345
3 继电器的分类和基本要求	347
3.1 继电器的作用	347
3.2 继电器的分类	347
3.3 对继电器的基本要求	348
4 常用继电器的工作原理及内部结线	349
4.1 电磁型继电器工作原理综述	349
4.2 电磁型电流继电器	351
4.3 电磁型电压继电器	354
4.4 电磁式时间继电器	356
4.5 电磁型中间继电器	359
4.6 信号继电器	363
4.7 感应型电流继电器	366
5 电流保护的接线方式	371
5.1 三种基本接线方式	371
5.2 各种接线方式工作性能分析	372
6 工厂供电系统的继电保护	375
6.1 过电流保护	375
6.2 电流速断保护	381
6.3 中性点不接地系统中单相接地的保护	385
7 变压器保护	387
7.1 变压器的瓦斯保护	387
7.2 变压器的差动保护	392
8 工厂供电系统电源自动投入装置	405

第 11 章 工业企业变电所的操作电源	408
1 概述	408
1.1 操作电源的作用及分类	408
1.2 操作电源的重要性及其应用	408
2 铅酸蓄电池	409
2.1 蓄电池的基本概念及构造	409
2.2 铅酸蓄电池的构造	409
3 铅酸蓄电池的工作原理	412
3.1 放电过程中的电化反应	412
3.2 充电过程中的电化反应	413
3.3 铅酸蓄电池的电势	414
3.4 GFM 型阀控式铅酸蓄电池的工作原理	414
4 蓄电池组的运行方式	415
4.1 充电-放电运行方式工作的蓄电池组	415
4.2 浮充电运行方式工作的蓄电池组	419
5 硅整流电容储能及复式整流装置	422
5.1 硅整流电容储能	422
5.2 复式整流装置	425
6 绝缘监察装置及电压监察装置	427
6.1 绝缘监察装置	427
6.2 电压监察装置	436
7 直流供电网络	437
第 12 章 断路器的控制和信号回路	440
1 控制开关和操动机构	440
1.1 控制开关	440
1.2 操动机构	445
2 断路器的控制及信号回路接线图	446
2.1 断路器的跳、合闸回路	446
2.2 防止断路器多次合闸的“跳跃”闭锁装置（以下简称“防跳”）	448
2.3 断路器的位置指示灯回路	449
2.4 断路器自动跳闸或自动合闸的信号装置	449
2.5 熔断器与跳、合闸回路完整性的监视装置	451

2.6	灯光监视的断路器控制回路	451
2.7	音响监视的断路器控制回路	453
3	断路器控制和信号回路中信号灯、附加电阻和继电器的选择	457
3.1	控制回路中信号灯及附加电阻的选择	457
3.2	中间继电器的选择	459
4	闪光装置	459
第 13 章	中央信号及其他信号装置	464
1	事故信号	464
1.1	简单的事故信号装置	464
1.2	中央复归能重复动作的事故信号装置	466
2	预告信号装置	475
3	保护装置动作和自动重合闸动作信号	480
第 14 章	二次接线的基本概念及施工图	483
1	原理接线图	483
2	展开接线图	485
3	安装接线图简介	492
4	展开接线图中的回路编号	492
5	端子排图	497
5.1	接线端子的分类及用途	497
5.2	端子排设计原则	499
6	屏背面接线图	507
第 15 章	过电压保护及接地装置	514
1	过电压种类及产生	514
1.1	过电压种类	514
1.2	大气过电压	514
1.3	内部过电压	518
2	过电压保护设备	523
2.1	避雷针和避雷线	523
2.2	阀型避雷器	527
3	线路过电压保护	534
3.1	配电线路过电压保护	534
3.2	低压架空线路的过电压保护	534
3.3	配电变压器的过电压保护	535

4 变、配电所及高压电动机的过电压保护	537
4.1 变、配电所的直击雷保护	537
4.2 变、配电所配电装的过电压保护	539
4.3 高压电动机过电压保护	542
5 接地装置	545
5.1 接地装置的结构	545
5.2 电气装置接地要求和范围	548
5.3 接地范围	549
5.4 接地电阻	549