

电·气·工·程·职·业·技·能·训·练·丛·书

电气工程实践

原书第8版

(德) P.巴斯丁 等 编
郭 汾 译



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

.....川练丛书

电气工程实践

原书第 8 版

(德)P. 巴斯丁 等编

郭 汾 译

机 械 工 业 出 版 社

本书介绍了在手工业和工业公认的能源技术电气职业中专业实践训练所需的基础知识及专业知识。原书第8版对前版次进行了彻底的修订、扩充,各种插图符号和框图是根据教育理论的观点而编。多达790种插图、表格、标题和框图帮助读者理解复杂的电气设备技术内容。课后复习题和注释确保了学习效果和新知识的学习。

本书特别适合作为职业学校、职业专科学校以及手工业综合进修学校的培训和进修教材。此外,本书对于专业学校技术员、工长以及学生,还有那些进行电气设备的安装、维护和检测实践活动的技术工人、电气技术人员和工程师来说,也是一本很有参考价值的书。

Praxis Elektrotechnik

Original ISBN: 978-3-8085-3128-0

Copyright 2002(8th edition)

Verlag Europa-Lehrmittel, Nourney, Vollmer GmbH&Co. KG, 42781 Haan-Gruiten(Germany).

Authorized Simplified Chinese Edition is published by CMP.

All Rights Reserved.

本书中文简体版由德国 Europa 出版社授权机械工业出版社独家出版发行。版权所有,侵权必究。

北京市版权局著作权合同登记号:01-2004-6525

图书在版编目(CIP)数据

电气工程实践;第8版/(德)巴斯丁(Bastian,P.)等编;郭汾译. —北京:机械工业出版社,2011.12

(电气工程职业技能训练丛书)

书名原文:Praxis Elektrotechnik

ISBN 978-7-111-36248-7

I. ①电… II. ①巴… ②郭… III. ①电气工程—中等专业学校—教材 IV. ①TM

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第218034号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

策划编辑:徐巍 责任校对:刘志文

封面设计:马精明 责任印制:乔宇

北京铭成印刷有限公司印刷

2012年1月第1版第1次印刷

184mm×260mm·22.75印张·1插页·560千字

0001—3000册

标准书号:ISBN 978-7-111-36248-7

定价:59.80元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心:(010)88361066

销售一部:(010)68326294

销售二部:(010)88379649

读者购书热线:(010)88379203

门户网:<http://www.cmpbook.com>

教材网:<http://www.cmpedu.com>

封面无防伪标均为盗版

前 言

电气工程实践介绍了在手工业和工业公认的能源技术电气职业中专业实践训练所需的基础知识及专业知识。

电气工程实践特别适合作为职业学校、职业专科学校以及手工业综合进修学校的培训教材和进修教材。此外，本书对于专业学校技术员、工长以及学生，还有那些进行电气设备的安装、维护和检测实践活动的技术工人、电气技术员和工程师来说，也是一本很有参考价值的书。

电气工程实践符合德国的教学大纲和教学计划。第 8 版对前版次进行了彻底的修订和扩充。

特别是考虑实用，尽可能地包括了有效的 DIN 和 IEC 标准以及 DIN-VDE 规定。本书更强调实用性，并考虑了新技术的发展。

各种插图符号和框图是根据教育理论的观点编排并与 DIN EN 61028 第一部分相符。

电气工程实践是由一个经验丰富的编写团队编撰的，不仅保证了基础的电气技术教学质量和职业技能实践，还汇集了职业和技能教学的经验。

本书是根据一目了然的教学单元进行章节划分的，并根据所指定的培训职业处理所有重要的教学范围，多达 790 种插图、表格、标题和框图，用于帮助读者理解复杂的电气设备技术教学内容。课后复习题和注释确保了学习效果和新内容的学习。

电气工程实践是欧洲教材出版社电气技术系列专业教材之一。是学习者必不可少的实践环节。本书与其他系列专业丛书一起构成了完整的教学体系。它们相互补充、协调一致，是有条理地全面掌握各种专业知识和专业技能的完整课程。

作者和出版社将非常感谢读者提出的各类建议和改进意见。

作者
2002 年夏

本书适合的职业

- 电气安装工
- 电气设备装配工
- 电气机械工
- 专业的能源电工
- 设备技术
- 电力技术
- 电机制造工
- 电机装配工
- 机电工

第 8 版中的新内容

- 房屋系统技术
- 低压照明设备
- 电网检验
- 微控制器
- 交流电动机转速控制
- 通信技术
- 双绞线-总线-扬声器
- 模拟电路设备
- 数字电路设备(ISDN)
- 所有章节的修订

书中的帮助

- 标题
- 图表
- 课后复习题
- 教学内容页眉指示

译 者 的 话

电气工程是实践性和实用性很强的专业，为了更好地适应电气专业的工作，进行系统而专门的训练和实践，是电气工程类学生必不可少的学习环节。

本书是德国 EUROPA 出版社出版的电气技术系列专业教材其中的一本关于电气实践环节的指导书。按照德国电气工程职业培训教学大纲和教学计划进行编写、修订。经过 8 次再版，多种语言全球发行，并被全球数十家图书馆收藏。既有电气工程的基础知识，又有专业实践训练，还包括了有效的 DIN 和 IEC 标准以及 DIN - VDE 规定。其最大特点就是它的实践性和实用性。

本书介绍的电气工程专业知识包括电力配电、线缆的敷设、连接和防护技术、各类电气技术标准、电气开关及电路技术、电气设备、电子电路及器件、家用电器、故障诊断、电机技术、电池技术。这些都是现场电子电气工程技术人员的必需的和非常实用的知识。为适应电力电子技术、电控技术和通信技术的发展，第 8 版还增加了电网检验、微控制器、交流电机转速控制、通信技术、模拟电路和数字电路设备。通过对教学单元进行章节划分、增加各类标题、页眉、彩色图表、课后复习题等精心编排，将电气工程广泛涉及的内容系统地贯穿起来，帮助读者理解电气工程技术的教学内容。特别适合作为职业学校、专科学校、综合进修学校的培训和进修教材，也可作为电气技术工人、技术员和工程师的参考书。

由于译者的水平有限，不妥及疏漏之处在所难免，敬请读者批评指正。

郭 汾

目 录

前言

译者的话

1 事故与劳动保护	1
1.1 电能及其危险	1
1.1.1 能源经济法	1
1.1.2 仪器设备安全法	1
1.1.3 DIN-VDE-标准	2
1.1.4 事故预防规定	3
1.1.5 一般用电要求	3
1.2 概念和定义	3
1.3 工作场所的安全标志	4
1.3.1 危险物品的标志	4
1.3.2 安全标志	4
1.4 电气维修的五个安全步骤	5
1.5 在电气设备上工作的安全	8
1.5.1 在带电设备部件附近 工作的安全距离	8
1.5.2 在带电设备部件上工作的安全	8
1.5.3 工具和仪器的安全使用	9
1.5.4 防护服和防护用品	11
2 绝缘电线和电缆	12
2.1 绝缘电线和电缆的 构成与要求	12
2.2 电线	15
2.3 电缆	19
3 电线和电缆的敷设形式	23
3.1 线缆敷设的基本要求	23
3.2 常规的安装系统	24
3.2.1 灰泥上的线缆敷设	24
3.2.2 灰泥中的线缆敷设	28
3.2.3 灰泥下的线缆敷设	30
3.2.4 安装管中的线缆敷设	31
3.3 敷设线缆的故障排除及 金属安装管的检查	33

3.4 预制装配式建筑中的 电气安装	34
3.4.1 混凝土中的线缆敷设	34
3.4.2 空心墙壁中的线缆敷设	35
3.5 线槽中的线缆敷设	36
3.5.1 线缆线槽中的线缆敷设	37
3.5.2 设施嵌入式线槽中的线缆敷设	37
3.5.3 墙脚线槽中的敷设	38
3.5.4 地脚线槽中的敷设	38
3.6 地面内敷设系统	39
3.6.1 无缝地面层覆盖的线槽系统	39
3.6.2 与无缝地面层齐平的线槽系统	39
3.6.3 混凝土层中的线槽系统	40
3.6.4 双层地板系统	40
3.7 电气设备的防火壁板	40
3.8 电缆托架上的敷设	41
3.9 地下敷设	42
3.10 架空线路的敷设	43
4 连接技术	46
4.1 绝缘电线的剥离	46
4.2 螺钉连接	47
4.2.1 螺钉连接的类型	47
4.2.2 螺钉、螺母及螺钉防松装置	47
4.2.3 拆卸固定好的螺钉连接	49
4.2.4 压接圈的弯制	49
4.3 无焊连接技术	51
4.3.1 压接、挤接及开口压接	51
4.3.2 Wire-Wrap-连接	52
4.3.3 Termi-Point-连接	53
4.3.4 特殊连接技术	53
4.3.5 端子连接	53
4.4 钎焊	56
4.4.1 软钎焊	56
4.4.2 硬钎焊	61

5 过载保护与短路保护	63	6.4.2 接触器	101
5.1 熔断器	63	6.4.3 定时电磁开关	103
5.1.1 螺塞式熔断器系统	63	6.4.4 电磁开关触点及端口的符号	104
5.1.2 NH-熔断器系统	65	6.5 安装电路	105
5.1.3 低压熔断器的功能级 别及工作类型	67	6.5.1 开关的安装电路	105
5.1.4 仪器保护熔断器	67	6.5.2 安装开关电路中的照明与 工作状态指示	106
5.2 线路保护开关	68	6.5.3 带电磁开关的安装电路	107
5.3 异步电动机的过电流保护	69	6.6 电磁开关的控制及信号 电流回路	108
5.3.1 电动机保护开关	70	6.6.1 控制及信号电流回路的 工作条件及技术要求	108
5.3.2 热敏式过电流继电器	70	6.6.2 带接触器的基本电路	110
5.3.3 通过热敏电阻进行 电动机保护	72	6.6.3 随动及锁止电路	111
5.4 固定敷设的电缆及绝缘 电线的过电流保护	73	6.6.4 星形-三角形-电路	112
5.4.1 固定敷设的电缆及电线的 载荷能力	73	6.6.5 Dahlander 电路	113
5.4.2 过电流保护装置的设定	76	6.7 微控制器	114
5.4.3 电缆和绝缘导线的过载保护	78	6.7.1 结构、安装及连接	114
5.4.4 电缆和绝缘导线的短路保护	79	6.7.2 编程	115
6 能源技术中的部件及电路	82	6.8 可编程序控制器(SPS)	116
6.1 技术资料	82	6.8.1 可编程序控制器的结构	116
6.1.1 电气设施的标志	82	6.8.2 可编程序控制器的连接	117
6.1.2 电路图	83	6.8.3 可编程序控制器 的工作方式	117
6.2 插座系统	84	6.8.4 可编程序控制器的编程	118
6.2.1 带及不带防触电保护的 双极插座装置	85	6.8.5 可编程序控制器的安全 技术要求	119
6.2.2 防触电保护延长线的制作	88	6.8.6 应用实例	121
6.2.3 Perilex-插接装置	89	7 住宅楼中的电气设备	123
6.2.4 工业插接装置	89	7.1 房屋管线	123
6.3 控制装置及显示装置	92	7.1.1 房屋管线室	123
6.3.1 开关及按键	92	7.1.2 电缆的连接端口	123
6.3.2 安装开关	94	7.1.3 架空线的连接端口	124
6.3.3 按键与指示灯	94	7.2 住宅楼内的主电位均衡	124
6.3.4 位置开关	96	7.2.1 墙基地线	125
6.3.5 接近开关	96	7.2.2 主电位均衡	125
6.3.6 机器和设备用的开关	97	7.3 主供电系统	127
6.4 电磁式开关	99	7.3.1 主电缆	127
6.4.1 继电器	100	7.3.2 电表安装位置	127

7.3.3 控制线缆	129	8.7 霓虹灯管设施	182
7.4 房屋电气安装	129	8.8 光电转换设施	184
7.4.1 电路配电盘	129	9 电气设备及设施中的测量	187
7.4.2 居室内的电气安装	129	9.1 测量与检测	187
7.4.3 厨房内的电气安装	130	9.2 测量技术的概念	188
7.4.4 安装形式	132	9.3 模拟和数字指示器	189
7.4.5 有浴缸或淋浴房间内的 电气安装	133	9.4 测量装置	189
7.4.6 住宅楼内电气安装的 设施配置	135	9.5 测量误差	190
7.5 通信设施	137	9.6 电流、电压和电阻的测量	192
7.5.1 门铃设施	137	9.7 用万用表进行测量	198
7.5.2 对讲设施	137	9.8 电功率的测量	200
7.5.3 通信设施的建立	140	9.9 电功的测量	202
7.5.4 模拟电路的通信设施	141	9.10 用电子束示波器进行测量	203
7.5.5 数字电路的通信设施 (ISDN-设备)	143	9.10.1 示波器的使用	203
7.6 天线设施	145	9.10.2 电压的测量	204
7.6.1 地面接收用的天线设施	145	9.10.3 频率和时间的测量	206
7.6.2 卫星接收设施	148	9.10.4 电流的测量	206
7.6.3 宽带通信设施(BK-设施)	151	9.10.5 相位差的测量	207
7.7 报警设施	153	9.10.6 特性曲线的记录	207
7.7.1 防盗报警设施	153	9.11 记录仪	208
7.7.2 防火报警设施	155	10 保护措施	210
7.8 房屋系统技术	156	10.1 生产设施的选择	210
7.8.1 EIB 总线系统	156	10.2 防电击保护	211
7.8.2 电网 EIB	159	10.3 防止直接接触和间接 触电的保护	212
8 特殊安装	163	10.3.1 通过低电压的保护	212
8.1 农业及庄园场所的电气安装	163	10.3.2 通过负载限制的保护	213
8.2 有易燃危险固定场所的 电气安装	165	10.4 正常条件下的防电击保护	214
8.3 医院和医药房间内的 电气安装	166	10.4.1 通过隔离带电部分的保护	214
8.4 有易爆危险区域内的 电气安装	169	10.4.2 通过增加防护罩 和外壳的保护	214
8.5 工地上的电气设施	175	10.4.3 通过增加护栏的保护	214
8.6 室内照明设施	176	10.4.4 通过保持间隔的保护	214
8.6.1 荧光灯电路	177	10.4.5 通过 RCDs 的额外保护 (故障电流保护设施)	215
8.6.2 低压-卤素技术	179	10.5 故障条件下的防电击保护	215
		10.5.1 三相交流系统	215
		10.5.2 电位均衡	216
		10.5.3 TN-系统中的保护措施	217

10.5.4	TN-系统中的 RCDs(防护设备中的故障电流)	219	11.4.9	光敏器件	266
10.5.5	TT-系统中的保护措施	220	11.4.10	集成电路(IC)	267
10.5.6	IT-系统中的保护措施	221	12 电器设备	269	
10.5.7	绝缘保护	223	12.1	小电器	269
10.5.8	通过绝缘空间保护	224	12.1.1	电热电器	269
10.5.9	隔离保护	224	12.1.2	电动电器	272
10.6	保护措施的检查	225	12.1.3	小电器中无线电干扰的消除	274
10.6.1	通过观察的检查	226	12.2	大电器	275
10.6.2	通过测试和测量的检查	226	12.2.1	电炉	275
10.6.3	低电压和隔离保护的检查	227	12.2.2	微波炉	278
10.6.4	绝缘电阻的检查	227	12.2.3	洗衣机	279
10.6.5	交流电系统的检查	229	12.2.4	烘干机	281
10.6.6	RCDs 的检查	231	12.2.5	电热水器	282
11 电子学的电路和器件	234	12.3	电暖器	287	
11.1	印制电路	234	13 电气设备与电器中的故障诊断	293	
11.1.1	印制电路的结构	234	13.1	故障类型	293
11.1.2	制作过程	234	13.2	电气设备中的故障诊断	294
11.1.3	通断测试器印制电路板的 制作实例	235	13.2.1	机械故障	294
11.1.4	电子器件的调整	238	13.2.2	导线断路	295
11.1.5	SMD-技术	239	13.2.3	查找短路	296
11.2	电阻	242	13.2.4	查找机壳短路、接地短路和 导线短路	297
11.2.1	固定电阻	242	13.3	电器中的故障诊断	298
11.2.2	可变电阻	244	13.3.1	系统地进行故障诊断	298
11.2.3	非线性电阻	244	13.3.2	电器中的故障类型和 故障原因	299
11.2.4	电阻的检测	245	13.3.3	电炉故障诊断实例	300
11.3	电容器	246	13.4	电器维修	301
11.3.1	电容器的标志和外部尺寸	246	13.5	根据 DIN VDE 0701 对已维修 电器的检测	304
11.3.2	电容器的检查	247	13.5.1	外观检查	305
11.4	半导体器件	247	13.5.2	保护地线的检测	305
11.4.1	二极管	248	13.5.3	绝缘电阻的检测	306
11.4.2	整流电路	249	13.5.4	等效工作电流的检测	307
11.4.3	Z-二极管(稳压管)	251	13.5.5	功能测试	307
11.4.4	晶体管	253	14 电机	309	
11.4.5	晶闸管	260	14.1	动力输出	309
11.4.6	双向晶闸管	261	14.1.1	电动机的特性	309
11.4.7	双向触发电二极管	263	14.1.2	电动机的保护形式	311
11.4.8	半导体器件的冷却	264			

14.1.3 电动机的工作制	311	和转向变换	328
14.2 三相交流异步电动机	313	14.5 电动机保养与维护	329
14.2.1 鼠笼式转子电动机	313	14.6 换向器电动机的	
14.2.2 异步电动机的特性	315	运行故障	332
14.2.3 有集电环转子的三相交流		14.7 变压器	333
异步电动机	317	14.7.1 变压器的结构与工作原理	333
14.2.4 变极式异步电动机	318	14.7.2 变压器的构造形式	333
14.2.5 三相交流电动机连接交流		14.7.3 变压器的工作条件	335
电压	320	14.7.4 三相交流变压器	338
14.2.6 三相交流电动机		14.8 变压器和电动机的	
的转速控制	321	绕组	339
14.3 单相交流电动机	323	14.8.1 变压器的外部尺寸	339
14.3.1 带短路转子的交流电动机	323	14.8.2 变压器的绕制与绝缘	342
14.3.2 分极电动机	324	14.8.3 小变压器的检测	343
14.3.3 交直流两用电动机	325	14.8.4 直流电动机的绕组	343
14.4 直流电动机	326	14.8.5 交流电动机的绕组	345
14.4.1 直流电动机的结构		14.8.6 绕组的制作	346
与工作原理	326	14.8.7 绕组的绝缘	346
14.4.2 他励电动机	327	14.8.8 绕组的测试	348
14.4.3 并励电动机	327	15 原电池与二次电池	350
14.4.4 串励电动机	327	15.1 原电池(干电池)	350
14.4.5 复励电动机	328	15.2 二次电池	351
14.4.6 直流电动机的转速调节			

1 事故与劳动保护

1.1 电能及其危险

在日常生活的各个方面都会用到电能，例如，将电能转换成热能、光能或机械能。尽管人们时常意识不到它的存在，但是电能确实通过它所带来的方便和舒适提高了人们的生活质量。人们对电的存在也无法察觉。

如果在使用电能时忽视必要的安全措施，很可能造成人员和动物的伤亡以及财产的损失。德国每年发生的电力死亡事故约有 100 起(图 1-1)。

德国通过制定的相关法律法规来保护公民，防止因使用电能不当可能造成的危害。

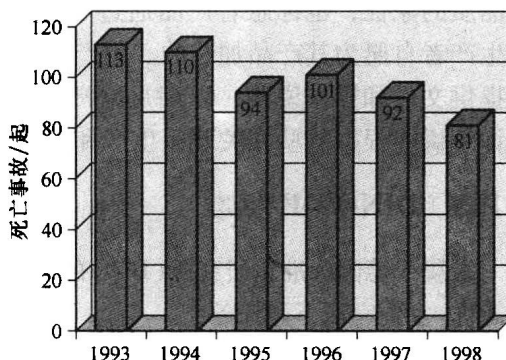
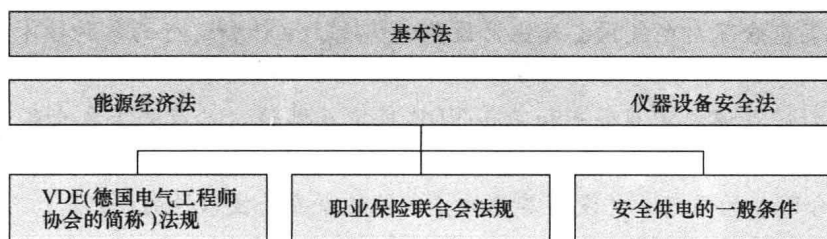


图 1-1 因使用电能不当造成的死亡事故

为了避免电能应用过程中的危险，必须遵守相关的法律法规。



1.1.1 能源经济法

能源经济法(EnWG)规定了安全供电以及电能生产和分配的职责。它包括了电能技术应用中须注意的公认的安全技术性法规。这些法规也包括了 VDE(德国电气工程师协会的简称)的法规。

1.1.2 仪器设备安全法

仪器设备法(GSG)涉及所有私人和职业领域的技术性生产资料。其中包括例如生产用机器、工具和安全设施、家用电器、玩具、医疗仪器以及运动器械和休闲设施。

仪器设备安全法赋予生产者、进口商和商人，在技术性生产资料投入使用过程中，遵守一般性技术规定、劳动保护以及预防事故的规定所应承担的安全义务。

德国劳工部(BMAS)授权 VDE 和 TuV 的检验机构, 根据 GSG 的安全规定, 对技术性生产资料进行检验。已通过安全认证的仪器设备可获得该机构所颁发的安全认证标志(图 1-2)。

GS 标志是技术安全的认证标志。

从 1995 年 1 月 1 日开始, 所有欧盟成员国(EU)投入使用和投入运行的机器都必须符合欧洲设备安全政策并配装 CE[⊖]-标志(图 1-3)。

允许在 CE-标志旁边加注 VDE-检测标志和 GS-标志。它们是高品质的象征, 也标志着产品通过了质量安检认证。CE-标志是由生产者自愿为其产品加装的。生产者有义务为其加装标志的产品提供文件和操作说明, 以满足欧洲安全政策的各项安全要求, 并详细说明根据哪些相关政策生产和检测了这些产品。



图 1-2 GS-标志



图 1-3 CE-标志

1.1.3 DIN-VDE-标准

隶属于德国标准化研究所(DIN)的 VDE(德国电气工程师协会的简称)主要完成下列任务：

- 1) 根据 VDE 的规定和仪器设备安全法进行产品的电气技术安全检测。
- 2) 合作开展电气技术标准及安全技术协议的制定。

VDE-标准由 VDE-规定、VDE-方针政策和增刊组成。标准的章程包括下列概念：

VDE-规定包含了对电气设备及生产设施的建造、生产和运行的各种技术的和安全技术的规定。

VDE-方针政策通过实例补充和完善 VDE-规定及其他。本身并未包含很多决定性的依据。

增刊包含附加的信息, 并没有其他的技术性的或安全技术性的规定。

带有 VDE-检测标志(图 1-4)的生产设施表示其符合 VDE-标准。

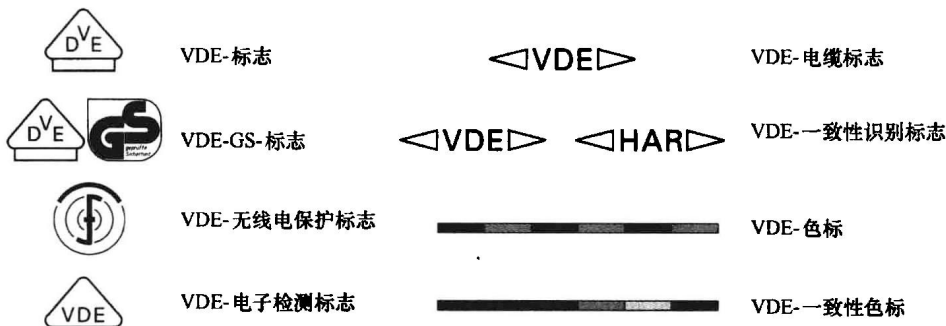


图 1-4 不同的 VDE-检测标志的实例

⊖ CE 为法语缩写, 欧盟之意。

1.1.4 事故预防规定

事故预防规定(UVV)是在职业主管部门职业保险联合会的领导下与事故预防及职业病学总部一起制定出的。

职业保险联合会的规定主要开展事故和职业病预防工作(图1-5)。它的职责是使企业主在其企业中注意履行事故预防的义务。

被保险人,也就是企业雇员,有义务遵守事故预防的规定及企业主对职业医学和保护技术性正确措施的规章。

职业保险联合会的规定(BGV)包含了事故预防规定“电气设备及生产设施”BGV A2(以前为VGB 4)。它明确规定了由职业保险联合会制定的必须包括的保护技术状况。并且纳入了通用的和公认的技术规范,例如VDE-标准。



图1-5 职业保险联合会指示牌

1.1.5 一般用电要求

“为用户供电一般要求的规定”(AVBEItV)明确规定了配电网经营者(VNB)和用户的合同关系。其中包括了仲裁及安全技术方面的规定。

用户的电气设备只能由符合VNB安装规定的电气安装单位及个人进行安装、维护、宽展和变动。

配电网经营者有权对用户的电气设备进行检测,并对确定的过度用电部分予以查封。

电气设备安装者有义务遵守合法的规定,即VDE-标准和根据AVBEItV确定的规定。安装过程中所使用的设施必须符合欧盟所规定的安全要求。AVBEItV规定:禁止非专业人员进行电气设备的安装。

1.2 概念和定义

1) 活动的部分是指通电后,在处于不受干扰的运行条件下,电气设施中的导线和导电部分。例如:导线夹,电刷或母线等。

2) 电气设施是指使用电能的设施。例如:开关、导线、机器、测量仪器和保护设施等。

3) 电气专业人员是指受过专业培训,具有理论基础知识和实践经验,同时具有专业相关资质,熟知可能的专业风险的人。

4) 电气技术职业人员通过电气专业人员审核并对所承担的工作受过职业培训,同时学习过保护措施的人员。

5) 固定设施指那些在运行期间由于机械固定和使用状态的需求,需要与地基固定在一起的设施。例如:电炉、齿轮箱或车床等。

6) 可移动设施指可根据工作需要加电后移动使用的设施。例如:电动工具、电动厨具或者电动的身体护理设施等。

7) 强电设备是指通过设施进行发电,电能转换、传输、蓄存,配电及耗电的电气设备。

1.3 工作场所的安全标志

1.3.1 危险物品的标志

根据危险品的规定 (GefStoffV) 危险物品及其使用必须有明确的标志。作为这类标志，必须包括以下内容：

- 1) 危险品及其使用的品名。
- 2) 可能造成的危险类别标志(表 1-1)。

表 1-1 危险标志

符 号	标 志	注 释	符 号	标 志	注 释
	E	易爆危险		T T +	有毒 剧毒
	O	火灾危险		C	腐蚀
	F F +	轻度易燃 高度易燃		Xi Xn	刺激的 有害健康的
	N	环境污染			

如果危险品是多次包装的，必须在每一次的包装上注明其危险标志。

危险品的小剂量分装同样必须有标志。即使只是在危险品生产企业内部的使用也要如此。

为了把有危险品的环境对健康的影响减到最小，必须确定环境中的危险品最大浓度即 MAK-值。水银的 MAK-值为：水银的含量为 0.1mg/m³，规定了工作场所空气中以气体、蒸气或悬浮物形式存在的危险品所允许的最高含量浓度。低于这个值，根据目前的理论知识，即使经常性或长期处于这样的场所，一般来讲，也不会对健康造成危害。另外，这个值的确定也考虑了在这样的场所每天要工作 8h 以及平均每周要工作 40h 的因素。

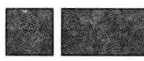
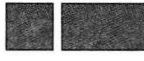
1.3.2 安全标志

根据事故预防规定 (UVV)，企业有义务在所有工作场所，在危险品上标注安全标志(图 1-6,彩插见书后)并指明可使用或禁止使用的保护设施。

就像交通标志一样，可以通过安全标志的形式和颜色来表示禁止、使用、警示、救援或者消防等标志(表 1-2)。

- 1) 禁止标志表示禁止某种可能导致危险的行为，例如：禁止在蓄电池维修车间吸烟。
- 2) 使用标志表示对某种必要行为的提示，例如：提示佩戴护具。
- 3) 警示标志是对可能存在的危险进行预先警告，例如：高压电的警示。

表 1-2 安全标志

形式和颜色	含 义	形式和颜色	含 义
 (红色)	禁止	 (绿色)	救援
 (蓝色)	使用		
 (黄色)	警示	 (红色)	消防

4) 救援标志指示在危险情况下使用的紧急出口或救援设施的标志，例如：洗眼设施。

5) 消防标志指示消防用报警及灭火设施，例如：灭火器或火警报警器。

在这些安全标志上不允许有附加的文字。必要时，可在旁边另外附加文字标志(图 1-7)。

安全标志只允许是符号，即图形标志。这样，每一位雇员，无论他(她)是哪国人，都能看懂安全标志的含义。



图 1-7 带状态说明的警示标志

1.4 电气维修的五个安全步骤

在电气设备旁边工作必须在开始工作前确保设备已断电并处于安全状态。须按照下列五个安全步骤来进行(见提要)。

1. 拉下电闸

仅仅是确保拉下电闸还不够。要求所有接到工作场所的电线在开始工作前都必须断电。

在照明设备中，很多都是采用单极断电的形式。尽管已经切断了工作场所的电流回路，但还存在对地电压，为了安全起见，除断掉电线开关电闸外，须拔掉所有通到设备电路的保护装置(图 1-8)。

- 提要：5 个安全步骤
- 拉下电闸。
 - 确保不要重合闸。
 - 无电确认。
 - 地线及接地。
 - 遮盖附近带电部分并加护栏。

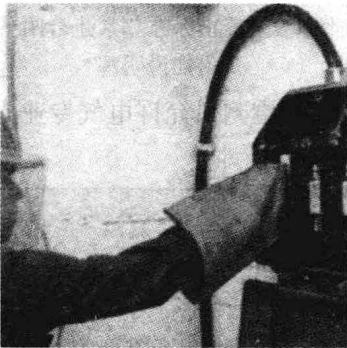


图 1-8 电气专业人员正在拔掉 NH-保护装置

对于带有电容的电路，必须确保断电后用合适的辅助工具或内置电阻对电容进行放电处理。电容电压必须在 1min 内降至 50V 以下。

2. 确保不要重合闸

设备电路回路中的部件，例如：保护装置和开关，在断电后须可靠地进行检查和处理，以防止重合闸。

上锁的主开关可以通过挂锁来锁止。例如维修供暖设备，在电工和管道工同时作业时，各个作业组可以互不相关地将各自电气开关用挂锁来锁止。设备只有在去除所有的开关锁止挂锁后才能通电运行。

开关箱以及位于工作场所附近的开关须设有禁止标牌(禁止合闸)，并注明工作地点以及监管员的姓名(图 1-9)。

3. 无电确认

断电之后，可以通过测试确认设备是否真正无电。这样可以避免因保护装置、开关或开关箱的混淆引起的误操作。

通过不熟悉的或不注意的测量导线、未关闭的设备、机械锁止的开关触点或保护触点以及通过备用发电设备，都有可能使工作场所有回电流并引起事故。

因此，为了确认无电必须检测每个电极。检测(图 1-10)要使用符合 VDE-标准的检测仪器或电压表来进行。



图 1-9 禁止标志“禁止合闸”
及附加说明牌

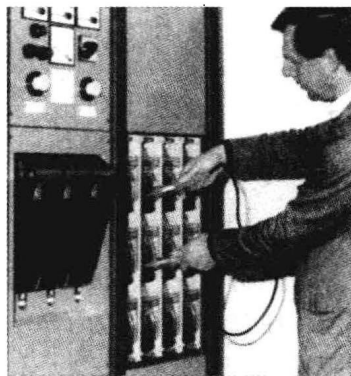


图 1-10 使用双极电压表进行
无电检测

无电确认检测只允许电气专业人员或电气技术职业人员来进行。

4. 地线及接地

地线及接地装置应是已经接好地的，并和设备的接地部分相连接。

接地装置及接地须在工作场所的明显位置。如果因技术原因无法实现，应在工作场所附近接好地线。

由于地线及接地装置(图 1-11)在很多情况下会有大的短路电流，因此，一定要特别注意设备接地部分的可靠连接。

额定电压到 1000V 的、带有架空电线的设备，如果已经严格履行了前 3 个步骤，允许放弃接地装置。

5. 遮盖附近带电部分并加护栏

出于安全考虑或避免带来经济损失的原因，某些设备不允许断电。如果是在工作场所有这样的通电设备，应绝缘覆盖并确保工作时身体或工具不会接触到这些设备。

对于低压带电设备，可以用橡胶布或者塑料薄膜、盖板或泡沫板来覆盖(图 1-12)。这些材料必须具备足够的绝缘和抗冲击力。在固定盖板时须注意防止磨损及滑脱。

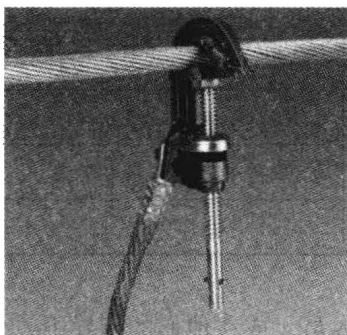


图 1-11 高架线的接地连接



图 1-12 遮盖带电部分

对于高压带电设备，应隔离工作场所附近所有的危险区域，可使用例如：绳索、隔离板或禁止标志等来进行。

工作场所，只有在严格执行了上述 5 个安全步骤后，才能在设备管理人员的引导下对外开放。

对于单独工作的人员，也应严格按照上述 5 个安全步骤的顺序进行操作。

只有当工作场所的工作完全结束并按规定清理完现场，例如：清理完所使用的工具、仪器和电线等之后，才能取消安全措施。然后必须等所有人员撤离危险场所之后，设备才允许在设备管理人员的引导下重新通电运行。

取消安全措施的步骤必须与上述安全步骤顺序相反(从 5 到 1)。

复 习 题

1. 列举工作安全的法律和规定。
2. 谁来进行“GS-标志”的审批和审核？
3. 列举一些生产设施的安检标志，哪些标志是符合 VDE-标准的？
4. 事故预防规定有哪些作用？
5. 列举固定设施和可移动设施的实例。
6. 通过什么来标志危险物品及其使用？