

附赠光盘

(原书第4版)

# 低压配电电气设计 安装手册



ABB S.p.A. ABB SACE Division 编著  
ABB(中国)有限公司 译



机械工业出版社  
CHINA MACHINE PRESS



ABB

# 低压配电电气设计安装手册

(原书第4版)

ABB S. p. A. ABB SACE Division 编著

ABB(中国)有限公司 译



机械工业出版社

First edition 2003  
Second edition 2004  
Third edition 2005  
Fourth edition 2006

*Published by ABB S. p. A. ABB SACE  
via Baioni, 35 -24123 Bergamo ( Italy)*

*All rights reserved*

本书中文简体字版由机械工业出版社出版, 未经出版者书面允许, 本书的任何部分不得以任何方式复制或抄袭。版权所有, 翻印必究。

著作权合同登记号: 图字 01-2008-4466 号

### 图书在版编目(CIP)数据

低压配电电气设计安装手册: 原书第4版/意大利 ABB S. p. A. ABB SACE  
Division 编著; ABB(中国)有限公司译. -北京: 机械工业出版社, 2008. 7  
ISBN 978-7-111-24447-9

I. 低… II. A… III. ①低电压-配电系统-设计-技术手册②低电压-  
配电系统-安装-技术手册 IV. TM726. 2-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 094730 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: 牛新国 责任编辑: 孙流芳 责任校对: 李婷  
封面设计: 张静 责任印制: 王书来  
保定市中国画美凯印刷有限公司印刷  
2008年9月第1版第1次印刷  
148mm×210mm·19.5印张·680千字  
0001—8000册  
标准书号: ISBN 978-7-111-24447-9  
ISBN 978-7-89482-823-1(光盘)  
定价: 58.00元(含1CD)

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

销售服务热线电话: (010) 68326294

购书热线电话: (010) 88379639 88379641 88379643

编辑热线电话: (010) 88379178

封面无防伪标均为盗版

---

## 序 一

作为电力和自动化领域的领导者，ABB 公司在全球一百多个国家和地区中，致力于和行业和工业用户合作，并在最大限度降低环境影响的前提下不断提高其效率和企业品质。

利用不断创新的独特技术，ABB 公司在提高能源使用效率，降低环境影响、保证社会的持续发展方面作了很大贡献。多年来，ABB 公司的五大业务部门为全球客户提供了优质产品和竭诚服务。

电力产品部门提供电能输配的关键设备，电力系统部门为电厂和电力输配网提供交钥匙系统和服务，自动化产品部门提供可靠的节能产品以提高客户生产效率，过程自动化部门为客户提供集成的工厂优化控制方案和特殊工业应用知识，而机器人部门帮助客户极大提高了生产率，产品质量和员工安全性。

正如 ABB 公司首席技术官（CTO）彼得·坦尔维希（Peter Terwiesch）指出：

成功的技术创新基于以下三个基本能力：了解客户需求的能力，提供满足客户需求最新技术的能力和与客户一起探索未来应用的能力。

《低压配电电气设计安装手册》为上述第三个基本能力提供了实用性的技术支持。也就是说，ABB 在为客户提供产品和服务的同时，更关注客户的能力需求，并愿为客户共享多年积累的经验 and 知识。

《低压配电电气设计安装手册》主要涉及低压配电产品和系统中的一般应用和特殊应用。在当代的产品供应链中，产品供应商和合作伙伴必须了解所选产品的专业应用知识，否则就不能向用户提供最合适的方案或产品。ABB 公司十分愿意和客户、设计工程师和合作伙伴分享 ABB 公司在产品应用上的经验和知识，以帮助合作伙伴提高核心竞争能力，并使用户的投资有效增值。这也是一个多赢的过程。

标准化是生产力的保证。本手册详细列举了各种 IEC 标准，包括各种主要低压电器和自动化产品的制造标准和电气及自动设计的应用标准。长期以来，中国已大量采用 IEC 标准作为低压电器产品和低压电气系统的国家标准；了解 IEC 标准以及在世界范围的采纳情况，对于开展全球业务是非常必要的。

近年来，ABB 技术的迅速发展给低压电器和自动化产品带来了不少新的功能，但一般的《设计安装手册》通常注重应用要求，未能从元器件的新功能去更有效地满足应用要求。《低压配电电气设计安装手册》由 ABB 公司的元件提供商编写，叙述的方法是从产品层面的“第 1 卷 保护和控制装置”到系统层面的“第 2 卷 电气系统”。

读者可根据自己的需求选读这两卷手册。“第 1 卷 保护和控制装置”描述目前最先进断路器的功能特性，这些先进功能有助于简化配电系统的保护，并大大提高保护的可靠性。例如，带有电子脱扣器的断路器含有接地保护功能，能严格区分相不平衡电流和接地故障，从而提高接地保护的正确性和可靠性；而带有区域连锁功能的智能断路器能从逻辑上保证上下级断路器之间的选择性配合，这些都是配电系统设计者需要了解和可以选用的新功能。

## 序 一

“第2卷 电气系统”对于配电系统设计者更为重要。在叙述低压电气系统设计时，本手册的主要依据是最新版本的《IEC60364 Low - voltage electrical installations》，该系列标准已广泛被国家标准《GB 16895 建筑物电气装置》等同采用。实践证明，该系列标准比现有的电缆选用规范更科学合理，值得推荐贯彻，掌握和贯彻这些标准也具有潜在的经济意义。

特别要指出，本书附送有 ABB 系列应用软件 DOCWin，它包括设计优化计算软件、开关柜温升计算软件和保护协调配合软件。这些软件工具能快速计算负载电流、短路电流、线路压降、保护选择和系统计算验证，以确认产品选用无误，还可实时校验和调整保护协调曲线满足选择性或后备保护要求，大大提高电气系统设计效率和精度，并最大程度优化了系统设计。另外，DOCWin 软件还提供了不同标准定义的短路计算方法，包括符合 IEC61363 的船用或离岸设备的短路计算程序。

因为开关柜内外的温度相差甚多，且开关柜内温度场随着开关柜结构、元器件选用、元器件布置及负载状况而变。因为柜内使用元器件的定义环境属于开放性环境，并不等同开关柜内环境，所以开关柜制造商不能以元器件的样本参数作为应用参数。另外，由于开关柜设计的多样性，在经济上也不可能验证所有出厂开关柜的温升。长期以来，因无法预知或模拟验证开关柜内温升，开关柜制造商只能按经验设计开关柜或人为放大设计裕量，以避免温升过高。DOCWin 的温升计算软件则解决了这一长期困扰开关柜制造厂技术难题，为开关柜的设计质量提供了可靠的技术保证，并提高了开关柜设计的经济性。

综上所述，《低压配电电气设计安装手册》无疑将是电气设计工程师和现场调试工程师无声的技术助手，也是客户方技术专家、从事低压电气工作的教师和工程师必要的参考资料。

本书原版来自 ABB SACE 公司，作为 ABB 公司内部交流培训之用。现经 ABB SACE 同意译成中文出版，和中国的读者和用户共享其丰富的知识和经验，并提供免费试用的应用软件。

在本书翻译、校对、出版过程中，也得到了 ABB 公司低压产品和系统部门市场部的鼎力支持。

借此机会，我谨代表编者向 ABB SACE 公司和 ABB 中国有限公司低压产品和系统部门的市场部致以衷心和诚挚的谢意。



高级技术经理

ABB（中国）有限公司低压产品和系统部  
2008年7月29日

## 序 二

二十多年前，具有百年历史、专注电力技术的 BBC 和专注自动化技术的 ASEA 强强联手组成当今的 ABB 公司，从而使 ABB 在电力配电领域和工业自动化领域雄威急增。多年来，ABB 为客户提供了高端的发电、输电、配电产品和系统，也提供了过程自动化系统和自动化元件。自动化部门除了为客户提供集成的工厂控制优化方案以外，还包括变频器、电机和发电机、低压产品和系统，分析仪表，功率电子产品，总线技术产品和智能建筑系统。借助于 ABB 的电力和电子技术整合后的强大研发资源，低压电气设备领域的产品和技术也在不断创新发展，ABB 已当之无愧地成为这一传统工业领域的技术先导。

能源是世界赖以发展的基础，电能供给事关国计民生。停电一秒钟会造成巨大经济损失，断电一分钟如置于无生命的绝地。ABB 在不断用创新产品保证不间断供电的同时，更注重于向客户提供优化能源使用的知识。《低压配电电气设计安装手册》源于 ABB 公司多年积累的经验和知识，这是 ABB 无偿地献给用户的宝贵财富，只有为数不多的企业具有如此卓识远见。

人们常感困惑的是：阅读大卷的基础理论非常艰涩，并感到与实用需求相据甚远；但阅读厚本的产品手册又非常枯燥，并感到条文的断言缺乏理论依据。更苦恼的是，在寻求实际问题的答案时，又有大海捞针无处觅的感觉。

ABB 的《低压配电电气设计安装手册》能提供你即时需要的知识。它既不是那些不能直接用于工程实践的理论，也不是那些不能提供你解决方案的条文。这部《低压配电电气设计安装手册》提供了基于理论并经实践检验的经验汇集，并提供了工程设计实用计算软件。

本手册分为两卷，第 1 卷：“保护和控制装置”和第 2 卷“电气系统”。

第 1 卷着重介绍断路器类产品的保护特性、协调配合以及柜内安装指导，包括在特殊环境中的选用以及特殊电网中的应用；也提供符合 IEC60890 的配电柜温升计算软件。

第 2 卷则关注电气系统中包括电缆在内的各种电气设备的安装、计算和保护；并提供了使用优化计算软件工具软件 DOCWin。

第 1 卷和第 2 卷在结构上是独立的，可供读者根据需求单独阅读使用，或合并阅读使用。

《低压配电电气设计安装手册》以及相关的软件，为读者以最友好直观的方式提供最佳设计选用方案。它不乏理论依据，又能快速给出实用计算结果；既可作为电气工程师的必备设计手册，又是从事低压电气工程的专业技术人员得力的顾问和助手；也可供电气专业师生了解基础理论和标准、最新电气产品功能并熟悉工程设计软件。

我向低压电气和自动化工作者推荐这本手册，因为这是一本结合最新产品技术的实用工具书，积长期经验之精华必可供多年参考和使用。

卢强  
2008年9月6日  
于清华园

---

# 前 言

## 范围和目标

本手册旨在为电气设备设计者和用户提供快速参考、即时使用的工作工具。它既不是理论文件，也不是技术样本；不过，除了含有技术目录外，还用于指导在各种实际安装场合中正确定义设备。

设计电气系统要求具有与各种因素相关的知识，例如，安装设备、导线和其它部件；该类知识要求设计工程师参考大量文件和技术目录。然而，本手册在一个文件中提供各种表格，用于快速定义电气设备部件的主要参数，为各种装置选择保护设备。此外还提供了一些应用示例，帮助理解选择表。

## 手册用户

电气安装手册是一种工具，它适用于对电气设备感兴趣的人员：为安装者和维护技术人员提供简单但重要的电工技术参考，为销售工程师提供快速参考选择表。

## 手册的有效性

由于选择过程是一个需全面衡量的过程，因此，一些表格给出了估计值，例如，与电气设备结构特性相关的数值。在任何一种情况下，实际条件给出的校正系数可能与假设数值不同。为安全起见，表格中的数值比较保守；为获得更精确的计算，建议在设计电气装置时使用 DOCWin 软件。

# 目 录

序一 (吴坚)

序二 (卢强)

前言

## 第1卷 保护和控制装置

<b>1 标准</b>	
1.1 概述 .....	3
1.2 电气装置的 IEC 标准 .....	15
<b>2 保护和控制装置</b>	
2.1 断路器铭牌 .....	22
2.2 主要定义 .....	25
2.3 脱扣器类型 .....	28
<b>3 一般特性</b>	
3.1 断路器的电气特性 .....	40
3.2 脱扣曲线 .....	51
3.3 限流曲线 .....	130
3.4 特定允通能量曲线 .....	168
3.5 温度降容 .....	204
3.6 海拔降容 .....	225
<b>4 保护配合</b>	
4.1 保护配合 .....	232
4.2 选择性配合 .....	241
4.3 后备保护配合 .....	266
4.4 断路器和负荷开关之间配合 .....	270
<b>5 特殊应用</b>	
5.1 直流电网 .....	274
5.2 特定频率电网; 400Hz 和 16 2/3 Hz .....	285
5.3 dc 1000 V 和 ac 1000 V 电网 .....	302
5.4 自动转换开关 .....	314
<b>6 配电盘</b>	
6.1 电气配电盘 .....	323
6.2 MNS 配电盘 .....	331
6.3 ArTu 配电盘 .....	332
附录 A 低压配电盘内的短路保护 .....	335
附录 B 根据 IEC60890 计算温升 .....	344
附录 C 应用示例	
带 PR123/P 和 PR333/P 脱扣器的高级保护功能 .....	358



# 目 录

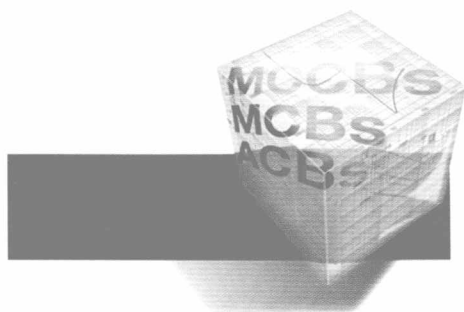
## 第2卷 电气系统

1 标准	
参见第1卷	
2 馈线保护	
2.1 引言 .....	370
2.2 安装和计算电缆尺寸 .....	373
2.2.1 载流能力和安装方法 .....	373
2.2.2 电压降 .....	404
2.2.3 焦耳效应损耗 .....	414
2.3 过载保护 .....	415
2.4 短路保护 .....	418
2.5 中性线和保护导体 .....	426
2.6 母线槽系统(BTS) .....	434
3 电气设备保护	
3.1 照明电路的保护与通断 .....	449
3.2 发电机的保护与通断 .....	458
3.3 电动机的保护与通断 .....	463
3.4 变压器的保护和通断 .....	483
4 功率因数校正	
4.1 概述 .....	498
4.2 功率因数校正方法 .....	504
4.3 用于保护和切换电容器组的断路器 .....	511
5 人体保护	
5.1 概述: 电流对人体的影响 .....	514
5.2 配电系统 .....	517
5.3 防止直接和间接接触 .....	520
5.4 TT 系统 .....	523
5.5 TN 系统 .....	526
5.6 IT 系统 .....	529
5.7 剩余电流保护设备(RCD) .....	531
5.8 保护人体的最大电缆长度 .....	534
6 短路电流计算	
6.1 概述 .....	552
6.2 故障类型 .....	552
6.3 确定短路电流: “短路功率法” .....	554
6.3.1 计算各种安装设备的短路功率 .....	554
6.3.2 计算故障点处的短路功率 .....	557

## 目 录

6.3.3	计算短路电流 .....	558
6.3.4	示例 .....	560
6.4	以电缆电源侧短路电流计算电缆负载侧短路电流 $I_k$ .....	564
6.5	序列代数法 .....	566
6.5.1	概述 .....	566
6.5.2	正序、负序和零序系统 .....	567
6.5.3	通过序列代数法计算短路电流 .....	568
6.5.4	电气设备的正序、负序和零序短路阻抗 .....	571
6.5.5	根据设备电气参数函数来计算故障电流的公式 .....	574
6.6	计算短路电流的峰值 .....	577
6.7	UPS 对短路电流的影响 .....	578
附录 A	计算工具	
A.1	计算尺 .....	581
A.2	DOCWin .....	586
附录 B	计算负载电流 $I_b$ .....	590
附录 C	谐波 .....	594
附录 D	计算电缆系数 $k(k^2s^2)$ .....	602
附录 E	主要的物理量和电工技术公式 .....	606

## 第 1 卷 保护和控制装置





# 1 标准

## 1.1 概述

在每个技术领域，尤其在电气行业，根据“最新技术”实现系统的充分条件（即使不是必要条件）以及正确满足客户和社区需求的要求是尊重所有相关法律和技术标准。

因此，正确理解标准是解决电气设备故障的基本前提，电气设备的设计应确保“可接受的安全水平”，但这水平并非是个绝对值。

### 仲裁标准

根据这些标准来制定受该州管辖的仲裁人员的行为规范。

### 技术标准

这些标准规定了如何设计、制造和测试机器、仪器、材料和装置，确保满足效率和安全要求的所有规范。

由国家和国际机构出版、经详细制定的技术标准，当视为立法措施时，具有法律效力。

### 应用领域

	电工学和电子学	电信学	机械学、人类工程学和安
国际组织	IEC	ITU	ISO
欧洲组织	CENELEC	ETSI	CEN

本手册仅考虑与电气和电子技术相关的机构。

## IEC 国际电工委员会

国际电工委员会（IEC）于1906年正式成立，其宗旨是促进电气和电子技术标准化和认证，促进国际合作。该委员会由世界各地40多个国家的国际委员会组成。

IEC 出版国际标准、技术指南和报告，这些资料作为所有国家和欧洲标准化活动最重要的参考，具有权威性。

IEC 标准通常以两种语言发布：英语和法语。

1991年，IEC 批准了与 CENELEC（欧洲标准化组织）合作协议，共同致力于新的标准化活动，共同表决标准草案。

# 1 标准

## CENELEC 欧洲电工标准化委员会

欧洲电工标准化委员会 (CENELEC) 于 1973 年成立。目前它由 29 个国家组成 (奥地利、比利时、塞浦路斯、捷克共和国、丹麦、爱沙尼亚、芬兰、法国、德国、希腊、匈牙利、冰岛、爱尔兰、意大利、拉脱维亚、立陶宛、卢森堡公国、马耳他、荷兰、挪威、葡萄牙、波兰、罗马尼亚、斯洛伐克、斯洛文尼亚、西班牙、瑞典、瑞士、英国), 与 8 个附属国合作 (阿尔巴尼亚、波斯尼亚和黑塞哥维那、保加利亚、克罗地亚、前南斯拉夫马其顿共和国、塞尔维亚和门的内哥罗、土耳其、乌克兰), 这些附属国已经与 CENELEC 成员国协调保持国家级文件, 然后用协调文件 (HD) 替换它们。EN 标准和协调文件 (HD) 之间存在差别: 前者是必须在任何等级下无条件接受, 对各个国家完全相同, 而后者可进行修改, 以满足特定国家的要求。

EN 标准通常以三种语言发布: 英语、法语和德语。

从 1991 年起, CENELEC 与 IEC 共同合作, 加速国际标准的标准准备过程。

CENELEC 处理特定主题, 这些主题的标准化任务非常迫切。

当由 IEC 启动研究特定主题后, 欧洲电工标准化委员会 (CENELEC) 可以决定是否接受, 在必要时, 可以修订由国际标准化组织审核的文件。

## 电气设备的 EC 导则

欧共体除制定制度外, 还担任颁布各种导则, 这些导则必须由不同的成员国采纳并转换为国家法律。

这些导则一经采纳, 立即具有法律效力, 开始成为制造商、安装者和经销商的参考文件, 他们必须遵守由法律规定的义务。

导则基于以下原则:

- 协调受基本要求的限制;
- 只有符合由导则制定的基本要求的产品才能投放市场并投入使用;
- 根据基本要求来考虑协调标准, 在欧洲联盟的官方期刊上公布这些标准的参考号, 并将其转换为国家标准;
- 协调标准或其它技术规范的适用性是可选的, 制造商可以随意选择确保遵守基本要求的其它技术解决方案;
- 制造商可以选择由适用导则提供的不同合格评估过程。

每个导则旨在使制造商采取所有必要的步骤和措施, 确保产品不会影响安全、人和动物的健康, 不会造成财产损失。

## 1 标准

### “低压” 导则 73/23/CEE ~ 93/68/CEE

低压导则涉及设计用于额定交流电压为 50 ~ 1000V，额定直流电压为 75 ~ 1500V 范围内所有电气设备。

尤其，它适用于生产、转换、传输、分配和使用电能的任何仪器，例如，机器、变压器、设备、测量仪表、保护设备和接线材料。

下列类别不在该导则范围内：

- 用于在易爆环境中使用的电气设备；
- 用于放射和医疗用途的电气设备；
- 用于货物和乘客提升机的电气零件；
- 电能表计；
- 家用插头和插座；
- 电牧栏控制器；
- 无线电气干扰；
- 船只、航行器或铁路上使用的专用电气设备，这些设备符合由成员国参与的国际组织制定的安全法规。

### 导则 EMC 89/336/EEC ( “电磁兼容性” )

电磁兼容性导则涉及所有电气和电子仪器以及包含电气和/或电子部件的系统 and 装置。尤其，该导则涉及的仪器根据它们的特性可分成以下几类：

- 家用无线电和电视接收器；
- 工业制造设备；
- 移动无线电设备；
- 移动无线电和商用无线电话设备；
- 医疗和科学仪器；
- 信息技术设备 (ITE)；
- 家用电器和家用电子设备；
- 航空和航海无线电仪器；
- 教育用电子设备；
- 远程通信网络和设备；
- 无线电和电视广播发射机；
- 灯和荧光灯；

设备的结构应确保：

- a) 所产生的电磁干扰不超出无线电和远程通信设备及其它设备正常操作所允许的程度。
- b) 设备对电磁干扰的固有免疫力应足够强，可以正常操作。

当设备符合与其产品系列相关的协调标准或当不存在协调标准时符合常规标准，则称该设备符合要点 a) 和 b) 给出的规定。

## 1 标准

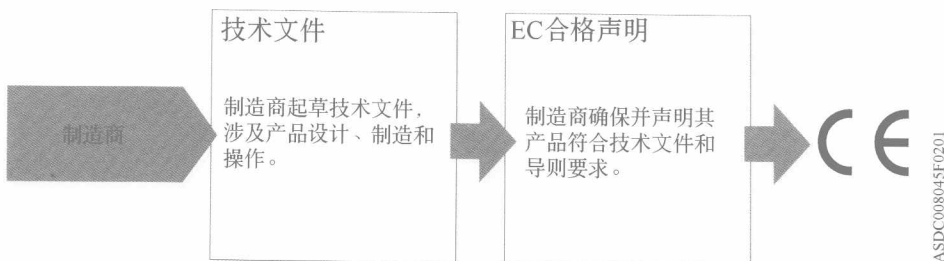
### CE 合格标志

只要粘贴了 CE 标志，则表示制造商满足了欧盟导则对其产品规定的所有责任和义务。



当在一个产品被贴上 CE 标志时，它表示制造商或其授权代表声明所述产品符合所有适用法规，包括合格评估过程。这防止成员国限制具有 CE 标志的产品投放市场和投入使用，除非证明产品确实不合格。

由导则 73/23/EEC 就设计在特定电压范围内使用的电气设备建立的合格评估过程流程图：



### 海运认证

船上安装的断路器环境条件可能有和标准工业环境运行条件不同的特点；事实上，航海应用可能要求装置运行在特定条件下，例如：

- 高温、高湿的特点，包括盐雾空气的环境（湿热、盐雾环境）；
- 设备在船上环境（如发动机舱）运行时承受大振幅和长时间持续振动。

为了确保在该类环境中正常工作，船舶注册机构要求设备必须根据特定类型的认证测试进行测试，最重要的测试为振动、动态倾斜、湿度和干热测试。



## 1 标准

ABB SACE 断路器 (Isomax-Tmax-Emax) 经过下列船舶注册机构的认证:

• RINA	Registro Italiano Navale	意大利船舶注册机构
• DNV	Det Norske Veritas	挪威船舶注册机构
• BV	Bureau Veritas	法国船舶注册机构
• GL	Germanischer Lloyd	德国船舶注册机构
• LRs	Lloyd's Register of Shipping	英国船舶注册机构
• ABS	American Bureau of Shipping	美国船舶注册机构

建议向 ABB SACE 咨询已认证断路器类型和性能或从网站 <http://bol.it.abb.com> 获得相关认证内容。

### 相关国家和国际标准的合格标志

下表给出了国际和国家合格标志, 仅供参考:

国家	符号	标志名称	适用性/组织
欧洲			标志表示符合 ENEC 协议中列出的欧洲协调标准
澳大利亚		AS 标志	电气和非电气产品。它确保符合 S. A. A (澳大利亚标准协会)
澳大利亚		S. A. A 标志	澳大利亚标准协会 (S. A. A)。澳大利亚新南威尔士悉尼电力机构
奥地利		奥地利测试标志	安装设备和材料