

李邦协 潘顺芳 顾菁 \ 编著

手持式、可移式 电动工具和园林工具的 安全

Safety of Motor-operated Hand-held,
Transportable and Garden Tools



 中国质检出版社
中国标准出版社

手持式、可移式电动工具 和园林工具的安全

李邦协 潘顺芳 顾菁 编著



中国质检出版社
中国标准出版社

北 京

图书在版编目(CIP)数据

手持式、可移式电动工具和园林工具的安全 / 李邦协, 潘顺芳, 顾菁编著. —北京: 中国标准出版社, 2015. 1

ISBN 978-7-5066-7769-1

I. ①手… II. ①李…②潘…③顾… III. ①电动工具—安全技术 IV. ①TS914.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 256988 号

中国质检出版社
中国标准出版社 出版发行

北京市朝阳区和平里西街甲 2 号 (100029)
北京市西城区三里河北街 16 号 (100045)

网址: www.spc.net.cn

总编室: (010) 64275323 发行中心: (010) 51780235

读者服务部: (010) 68523946

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷
各地新华书店经销

*

开本 787×1092 1/16 印张 21 字数 416 千字
2015 年 1 月第一版 2015 年 1 月第一次印刷

*

定价 78.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换
版权专有 侵权必究
举报电话: (010) 68510107

序言一

1983年8月，本人作为全国电气安全标准化技术委员会的成员，随原国家标准局副总工程师傅洪畴教授、国家劳动部杨志尧总工程师赴内蒙古呼和浩特参加国家标准《手持式电动工具的安全 第一部分：一般要求》的审查会议，历经7天。与会专家对由原机械工业部上海电动工具研究所负责起草的标准草案送审稿进行了逐条、逐句的严格评审、修改，见证了标准的通过、批准、发布和实施。1995年，GB 3883《手持式电动工具的安全》系列标准获得国家科技进步奖三等奖。

电动工具的安全系列标准的研究、制定始于1980年。1983年11月原国家标准局发布了我国第一项电工电子产品的专业安全标准 GB 3883.1—1983《手持式电动工具的安全 第一部分：一般要求》；1985年制定、发布了 GB 3883.2~3883.12《手持式电动工具的安全 第二部分》计11项专用要求标准，覆盖了电钻、冲击电钻、冲击扳手、电锤、砂轮机、角向磨光机、圆锯、混凝土振动器等20个小类产品。1986年起电动工具产品以GB 3883系列标准为基础实施强制性产品安全认证。从“长城”标志到“CCC”标志，至2013年12月，我国境内有超过200家电动工具制造企业，约2000个电动工具产品通过CCC安全认证。

电动工具产品按使用、操作的特点分手持式电动工具、可移式电动工具和园林工具三大类。为使标准更加科学、合理，便于使用，2000年，全国电动工具标准化技术委员会开展了《手持式、可移式电动工具和园林工具的安全》系列标准的研究和制定，将可移式电动工具的安全、园林工具的安全的通用要求，以《手持式电动工具的安全 第1部分：一般要求》为基础整合成一体，形成一个标准，即《手持式、可移式电动工具和园林工具的安全 第1部分：通用要求》，将特定类型（小类产品）的手持式、可移式电动工具和

园林工具的安全专用要求分别在第2部分、第3部分、第4部分中制定，从而形成比较科学、完整、通用、统一的电动工具产品的安全系列标准，是标准的技术性创新，使标准更反映需求、服务市场、适应使用。

上海电动工具研究所李邦协、潘顺芳教授级高级工程师和顾菁工程师长期以来从事电气安全和电动工具安全技术的研究、标准化和质量管理工作，在电气安全的原理、要求、试验、防护和实验室管理、产品质量认证检测、体系审核的实践中积累了大量数据和经验，发表论文，负责起草国家标准，获得多项国家科技进步奖、机械工业部科技进步奖和中国标准创新贡献奖。

本书是对作者负责起草的国家标准《手持式、可移式电动工具和园林工具的安全 第1部分：通用要求》的诠释，全面阐述、介绍了电动工具的安全、风险与评估，电动工具的安全和标准、电击危险、机械危险、着火危险、结构安全设计、组件、电源连接和外接软线、不正常操作、使用危险的防护、人类工效学、电池包和充电器、附加保护和电气安全信息等。相信本书的出版对推动电动工具技术进步、标准实施、质量认证检测将发挥积极的作用。

总之，本书适应当前电动工具产品及附件的安全认证、质量监督，以及服务市场的需要，特为之荐，以飨读者。



2014年10月

王克娇，教授级高级工程师，中国检验认证（集团）有限公司副总裁，中国质量认证中心主任，中国认证认可协会副会长。

序言二

经济全球化、贸易自由化是世界经济发展的主流和趋势，技术标准对促进贸易与交流有着不可替代的基础作用。国际贸易中，技术标准是技术法规的技术支撑体系、合格评定的基础、非关税贸易市场准入的符合条件。技术标准承上启下，构成了技术法规、合格评定的相互依存、相辅相成的国际市场准入关系。电动工具行业采用国际标准并广泛应用，大力推动和提升了行业的发展和技术进步，增强了我国企业在非关税贸易市场中的综合实力。

在我国现行的市场准入管理体制下，强制性标准是技术法规的重要组成部分。1983年，原国家标准局批准、发布了我国第一项等效采用 IEC 745-1 制定的电工电子产品的专业安全强制性标准 GB 3883.1—1983《手持式电动工具的安全 第一部分：一般要求》，开创了我国电动工具行业采用国际标准的历程。历经30年的标准化发展，门类齐全、结构合理、适应市场并与国际接轨的我国电动工具标准体系已建立起来。

上海电动工具研究所为我国电动工具行业标准化作出了显著的贡献。李邦协教授级高级工程师、潘顺芳教授级高级工程师和顾菁工程师长期致力于电气安全和电动工具的标准研究、制定、检测和推广应用，探索了近年来电气安全技术创新和理念创新，运用电气安全的原理、危险和危险源的分析与防护、防护技术的有效性、可靠性，实现电气产品安全的完整性和方法，在制定国家标准《手持式、可移式电动工具和园林工具的安全》的基础上，编著了本书，对标准进行诠释，将对标准的实施起到推动、指导作用。

本书的作者作为我国电工行业的标准化工作者，有着热爱标准化事业的情怀和执着的敬业精神，得到了电工行业广大从事标准化工作同仁的认可，起着示范作用。

本书的编著适应了当前电气安全技术和电动工具技术的发展，衷心希望本书的出版将对电工标准化的发展与改革、产品转型升级和质量提高起到推动作用。



2014年10月

方晓燕，教授级高级工程师，中国电器工业协会副会长兼秘书长，全国电气安全标准化技术委员会（SAC/TC 25）秘书长，享受国务院政府特殊津贴。

前 言

我国电动工具标准化工作始于 20 世纪 70 年代，由原机械工业部上海电动工具研究所担任标准化技术归口单位，设立标准化专业组，具体承担电动工具专业标准的制定、修订和标准化组织管理工作，开创了我国电动工具专业标准化的历程。

1974 年起，原机械工业部发布了 JB 847《交直流两用电钻》、JB 2749《电动直联插入式振动器》、JB 2571《电动工具产品包装技术条件》等标准。1979 年，原国家标准局批准、发布了 GB 1491—1979《电动工具基本技术条件》，1983 年批准、发布了我国第一项等效采用国际电工委员会（IEC）IEC 745-1 标准制定的电工电子产品的专业安全标准 GB 3883.1—1983《手持式电动工具的安全 第一部分：一般要求》，电动工具标准化工作进入了采用国际标准和国外先进标准的时代。

1985 年 10 月，经原国家标准局批准，“全国电动工具标准化技术委员会”（SAC/TC 68）在成都成立，是由国家授权的全国性标准工作技术组织，负责并承担电动手持式、可移式工具和园林工具及配件专业领域内的全国标准化和国际电工委员会 IEC TC 116 电动工具技术委员会的国内归口工作。

2008 年，经国家标准化管理委员会批准组建了“全国电动工具标准化技术委员会园林电动工具分技术委员会”（SAC/TC 68/SC 1）。

上述两个技术委员会的秘书处都设在上海电动工具研究所。

全国电动工具标准化技术委员会成立 30 年以来，在国家标准化管理委员会和行业主管部门的领导下，采用国际标准和国外先进标准，有力地推动了我国电动工具行业的发展和技术进步，取得了卓著的业绩，四次获得“机械工业标准化先进集体”，2004 年，被国家标准化管理委员会授予“全国标准化先进集体”称号。

我国电动工具制造业已建立了门类齐全、结构合理、适应市场、与国际接轨的电动工具标准体系；形成了以Ⅱ类电动工具为主体的电动工具产品的发展方向；设计并以国际标准组织生产具有当代国际水平的 500 多个品种规格的手持式、可移式电动工具和园林工具产品；扩大了电动工具的应用领域，既有 DIY 类工具，又有专业工具。

通过大规模的技术改造,运用信息化的现代制造技术形成规模经济的生产能力,使中国成为世界上最大的电动工具制造国家。

电动工具标准体系是指电动工具专业范围内的以产品为龙头,安全标准、电磁兼容标准为主体的综合标准化与层次结构相结合的标准体系,按标准内在联系形成的科学有机体,是国家机械工业标准体系的一个组成部分。它是一个有机统一体,反映着电动工具专业与相邻专业之间、电动工具专业内部各标准之间协调、配套、统一的内在联系。

电动工具产品有手持式电动工具、可移式电动工具和园林工具三大类。自1980年起,我国陆续针对三大类电动工具分别制定了三个系列的产品安全标准,即GB 3883《手持式电动工具的安全》系列标准22项,覆盖电钻、冲击电钻、电锤、电剪刀、电冲剪、电刨、攻丝机、往复锯、混凝土振动器、电链锯、电动钉钉机、电木铣与电动修边机、电动修枝剪和电动草剪、电动石材切割机、捆扎机、开槽机、带锯、管道清洗机等32个小类手持式电动工具产品;GB 13960《可移式电动工具的安全》系列标准13项,覆盖圆锯、摇臂锯、平刨和厚度刨、台式砂轮机、带锯、斜切割机、带水源的金刚石钻、带水源的金刚石锯、型材切割机、单轴立式木铣、斜切割台式组合锯等14个小类可移式电动工具产品;GB 4706《家用和类似用途电器的安全》系列标准中的园林工具的特殊要求标准5项,覆盖步行式和手持式草坪修整机和草坪修边机、剪刀型草剪、步行控制的电动割草机、步行控制的电动草坪松土机和松砂机、手持式电动园艺用吹屑机、吸屑机及吹吸两用机等8个小类园林工具。GB 3883《手持式电动工具的安全》系列标准在1994年获国家质量技术监督局科技进步二等奖、1995年获国家科技进步三等奖;GB 13960《可移式电动工具的安全》系列标准在1999年获国家机械工业局科技进步二等奖。

为使电动工具的产品安全标准的结构更合理、更科学、更完整、更统一,既统一三大类电动工具在安全技术要求上的内在联系,保证共性要求的统一性,又充分反映特定类型工具的安全特殊要求的个性,相辅相成、有利标准的实施,成为科学的有机体系,经分析研究和讨论、验证,在电动工具安全标准结构中以《手持式电动工具的安全 第一部分:一般要求》为基础,将三大类产品的安全共性要求进行提炼、概括、综合,提升为共同(共性)的安全技术要求,技术性整合在一起,形成一个三大类产品安全的通用要求,成为一个标准,即《手持式、可移式电动工具和园林工具的安全 第1部分:通用要求》。三大类产品中的小类产品的安全专用要求在第2、第3和第4

部分中分别制定，从而形成比较科学、完整、通用、统一的电动工具系列安全标准。这是电动工具安全标准实施 30 年后，对电动工具安全标准体系的技术创新。

从 20 世纪 80 年代起，电动工具行业就开始采用国际标准，从那时的被动跟踪、收集、转化国际标准和国外先进标准发展到 21 世纪的参加国际标准制修订的维护工作组，成为国际标准的制修订成员，独立自主制定国家标准、行业标准，参加国际标准制修订，实现了电动工具制造业的国际标准战略的根本转变。

本书主要针对手持式、可移式和园林用电动工具的电气安全技术与标准进行深入研究，共设置了 15 章，分别阐述了安全、风险与评估，电动工具的安全和标准，电击危险，电击防护的技术要求、性能指标，着火危险，机械危险，结构安全的设计，电动工具的组件，电源联接和外接软线，不正常操作，电动工具使用时的危险防护，电动工具的人类工效学，电动工具的电池包和充电器，附加保护和电气安全信息。

本书中的“安全”研究，立足于保持安全，免遭危险或损害，达到或实现下述安全条件：

- 如果存在危险或伤害，防护性措施应该有效实施，以降低风险；
- 残余风险应该被监督，以确保防护措施仍然有效。

上述安全理念是本书编著的基本思想和思路，运用电气安全的原理、危险源的分析与防护、防护技术的有效性、可靠性，提出和实现安全完整性的概念和方法，具有下述特点：

- 首次提出作业场所与电动工具使用的适应性要求；
- 引入功能安全和安全功能的概念，运用“基于风险方法”，对关键安全功能部件、电子电路的可靠性和风险评估的方法；
- 附加保护中对采用剩余电流装置（RCD、PRCD 和 SPE - PRCD）在特别潮湿或危险作业场所进行电击防护的具体应用规定。

本书对即将发布的国家标准《手持式、可移式电动工具和园林工具的安全》进行了解读，运用电气安全的原理、认识和实践，力求综合、确切、通俗、实用，使从事电动工具产品开发、质量管理和标准化工作的工程技术人员对标准有较全面的理解，以推动标准的正确实施。

本书的出版凝聚着长期以来从事电气安全和电动工具安全技术研究、标准制定的主管领导和工程技术人员的智慧和辛勤工作。难以忘怀上海电动工具研究所原所长蒋福根教授、总工程师汪镇国教授、王书豪教授（已故）、陆铁民高级工程师、李宏照教

授在开拓电动工具的安全技术和标准制定中作出的贡献；非常怀念已故原国家标准局副总工程师傅洪畴的教诲、引导和关心；感谢原国家质量技术监督局、国家标准化管理委员会肖德明、李凤文、刘霜秋、邓瑞德、崔凤喜、王莉、刘军卫等领导的支持和帮助；感谢原机械工业部的主管标准领导及中国电器工业协会的领导、同仁李辛、王金弟、王克娇、杨启明、方晓燕、李锋等长期以来的悉心指导和帮助；向长期关心、帮助、合作的中国质检（标准）出版社张宁、余琦致谢。

上海电动工具研究所是《手持式、可移式电动工具和园林工具的安全》标准研究和制定的承担单位。刘世昌所长、徐鹏所长对标准化的研究和制定高瞻远瞩、认真负责、悉心指导，为研究和标准制定的完成创造了优良的环境。标准的制定也得到了全国电动工具标准化技术委员会专家工作组的关心、支持和帮助，向徐忠鑫、蒋鹏飞、王槩、周宝国、周远、曹振华、陈勤、邓堪谊、卢云峰、丁玉才和高杨等专家表示衷心感谢。

电动工具的安全技术在发展中逐步完善、提高和创新，由于我们的认识及业务水平有限，书中的错误、缺点在所难免，望读者能批评、指正，以改进、提高。

谢谢！

编著者

2014年10月

CONTENTS 目 录

第1章 概 述	(1)
1.1 安全、风险与评估.....	(1)
1.2 风险与评估	(2)
1.3 安全与风险	(4)
1.4 危险与防护	(7)
1.5 安全技术的基本方法和采用顺序	(8)
1.6 强制性标准与工业国家技术法规的异同	(10)
第2章 电动工具的安全和标准	(11)
2.1 电动工具的安全及标准的制定	(11)
2.2 电动工具潜在危险源及其识别	(12)
2.3 电动工具安全标准体系和结构	(21)
2.4 电动工具使用环境与安全	(24)
2.5 作业场所与电动工具的选用	(28)
2.6 电动工具安全标准的适用范围	(31)
2.7 电动工具安全的一般要求	(32)
2.8 电动工具安全标准的发展	(35)
第3章 电击危险	(39)
3.1 电动工具按防护电击危险的分类	(39)

3.2	电击危险的特征及防护原则	(39)
3.3	直接接触保护（无故障防护）	(40)
3.4	间接接触保护	(49)
3.5	附加保护措施	(51)
第4章	电击防护的技术要求、性能指标	(53)
4.1	概述	(53)
4.2	泄漏电流	(53)
4.3	绝缘介质强度	(57)
4.4	发热和绝缘的耐热性	(63)
4.5	耐潮性	(67)
4.6	爬电距离和电气间隙	(76)
4.7	不能认可为电气绝缘的材料	(84)
第5章	着火危险	(85)
5.1	引发着火的危险源	(85)
5.2	试验方法和参数	(87)
第6章	机械危险	(90)
6.1	机械危险及防护	(90)
6.2	直接安全防护技术	(92)
6.3	间接安全防护技术	(106)
6.4	提示性安全保护	(107)
6.5	电动工具机械危险防护的要点	(108)
6.6	机械防护设计	(109)
第7章	安全结构的设计	(132)
7.1	安全结构	(132)
7.2	设计	(145)
7.3	电气连接和机械连接	(151)

7.4 防锈	(169)
第8章 电动工具的组件	(170)
8.1 电动工具组件的采用标准	(170)
8.2 电源开关	(171)
8.3 自动控制器、热断路器、插头插座	(174)
第9章 电源连接和外接软线	(176)
9.1 电源连接装置	(176)
9.2 电源线的连接方法	(176)
9.3 电源线	(177)
9.4 插头、进线座、连接器	(178)
9.5 接线端子	(197)
9.6 电源连接的试验	(200)
第10章 不正常操作	(204)
10.1 概述	(204)
10.2 单相串励电动机在不正常操作下的检验	(205)
10.3 关键安全功能部件及电子电路在不正常操作下的检验	(207)
第11章 电动工具使用时的危险防护	(226)
11.1 概述	(226)
11.2 对带电外露运动件危险的防护	(226)
11.3 电能控制和危险防范	(230)
第12章 电动工具的人类工效学技术	(233)
12.1 电动工具与人类工效学	(233)
12.2 振动及其防护	(234)
12.3 噪声及其防护	(253)

第 13 章 电动工具的电池包和充电器	(265)
13.1 概述	(265)
13.2 电池包的安全	(269)
13.3 充电器的安全	(284)
第 14 章 附加保护	(290)
14.1 概述	(290)
14.2 隔离变压器和安全隔离变压器	(290)
14.3 剩余电流装置 (RCD)	(294)
第 15 章 电气安全信息	(301)
15.1 概述	(301)
15.2 安全色及其使用	(301)
15.3 标志与符号	(302)
15.4 使用说明书和安全说明	(307)
15.5 提示性信息的应用实例	(312)
参考文献	(315)

第 1 章 概 述

1.1 安全、风险与评估

1.1.1 安全

安全即是保持安全的条件，免受危险或损害。达到安全的条件是指：

- 如果存在着危险或伤害，防护性措施应该有效实施以降低风险；
- 残余风险应该被监督，以确保防护性措施仍然有效。

上述安全条件的实施以满足：有效风险降低的预期效果应该能确保防护性措施在保护有关利害关系人远离伤害时持续有效。

安全具有相对性，安全的概念与保护健康、维护财产紧密相连。

1.1.2 功能安全和安全功能、安全系统

功能安全指用于关系到人身、财产安全的电子、电气部件及软件构成的功能。

安全功能是指失效后立即造成危及安全的组件、器件和造成的电子电路或系统的功能。

提供安全功能的电子电路或系统、组件、器件及防护装置称安全部件，安全部件由硬件和软件组成，既可独立于电动工具的安全系统结构，也可以是安全系统结构的组成部分。

关键安全功能是由具体产品安全标准规定，该功能的缺失会造成使用者或操作者面临在非正常情况下超过标准允许的危险。

功能安全提供了两个概念：

- 风险和安全完整性；
- 功能安全的保证。

安全完整性即是在规定的条件下，规定的时间内，安全系统成功实现所要求功能的概率。

安全系统用于两个目的：

一是执行要求的安全功能以达到保持电动工具的安全状态；二是自身或其他安全

系统、技术安全系统或外部风险降低设施一起，对要求的安全功能达到必要的安全完整性。安全系统大致可分为安全控制系统和安全防护系统。

功能安全保证包括失效识别和安全完整性水平。失效就是安全功能部件失去实现其功能的能力。失效可能是随机失效，通常由于安全功能部件的损坏所致，也可能是系统失效，这在硬件和软件中都可能出现。失效识别即要分辨出不同功能部件的各种失效原因，估算出系统失效概率。安全完整性水平是一种离散的水平，用于规定分配给安全系统安全功能的安全完整性要求，安全系统的安全完整性水平越高，安全系统实现所要求的安全功能失效的可能性就越低。

提供安全功能的电子电路或系统、组件、器件在预期条件下执行安全功能的能力分5级，称之为性能等级（PL）。

性能等级由每小时发生危险失效的概率来定义，对提供手持式电动工具、可移式电动工具和园林工具的关键安全功能危险失效概率取决于具有安全功能的电子电路或系统、组件、器件的可靠性，主要评价“平均危险失效时间（MTTF_d）”。

1.2 风险与评估

1.2.1 风险

风险是对伤害的一种综合衡量，包括伤害发生的概率和伤害的严重程度。伤害包括对物质伤害，或对人体健康、财产或环境的伤害。

风险是始终存在的，零风险不可能实现，绝对安全也无法达到，而安全只能具有相对性。原理上不能证明安全，但可以通过风险评估来提高安全的置信度。

1.2.2 评估

安全是保持安全的条件，实现安全的条件可以用“基于风险的方法”来达到，即将对“安全”的评估转化为对“风险”的评估。

运用基于风险方法研究安全是针对要防护的对象（受控的设备、组件、零件等），首先确定风险点，即可能对人和环境造成伤害的潜在危险源，分析、确定各个点的风险的大小及相互关系，同时依据法律、法规或合同或使用方法得到可接受的风险值，从而确定是否应降低风险及应降低的风险程度，然后选择降低风险的方法和措施，再针对降低风险的要求、方法和措施提出安全要求的技术标准或技术规范，开发、检验产品。风险评估的逻辑步骤见图1-1。

用来降低风险的措施就是安全功能，实现安全功能的系统或装置可以是独立的，也可以是与控制系统一体的。