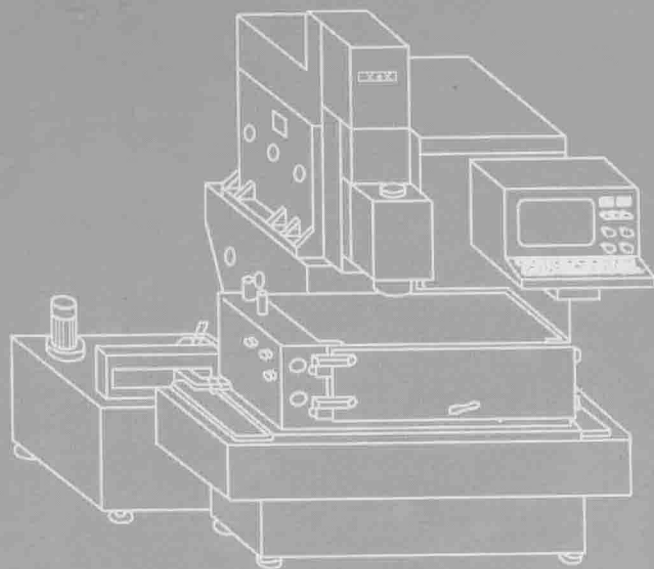




国家职业资格培训教材
技能型人才培养用书

依据最新《国家职业标准》编写



电切削工 (初级、中级、高级)

国家职业资格培训教材编审委员会 组编
杨建新 主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

国家职业资格培训教材
技能型人才培养用书

电切削工（初级、中级、高级）

国家职业资格培训教材编审委员会 组编
杨建新 主编



机械工业出版社

本书是依据《国家职业标准 电切削工》（初级、中级、高级）的知识和技能要求，按照岗位培训需要的原则编写的。主要内容包括电切削加工基础，典型线切割机床的结构、操作与维护，线切割加工编程及一般工艺，电火花成形加工设备的系统组成、安装、操作及维护，电火花成形加工操作及一般工艺，计算机绘图与编程，复杂曲线零件电加工程序编制。章末配复习思考题，每一个等级的最后有与之配套的试题库和答案，以及便于自检自测的模拟试卷样例。

本书既可作为各级职业技能鉴定培训机构、企业培训部门的考前培训教材，又可作为读者考前复习用书，还可作为职业技术学院、技工院校的专业课教材。

图书在版编目（CIP）数据

电切削工：初级、中级、高级 / 杨建新主编. —北京：机械工业出版社，2013.5

国家职业资格培训教材·技能型人才培养用书

ISBN 978-7-111-41780-4

I. ①电… II. ①杨… III. ①电加工—金属切削—技术培训—老
材 IV. ①TG506

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2013）第 047224 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：马晋 赵磊磊 责任编辑：马晋 赵磊磊 章承林

版式设计：霍永明 责任校对：张晓蓉 肖琳

封面设计：饶薇 责任印制：张楠

北京玥实印刷有限公司印刷

2013 年 5 月第 1 版第 1 次印刷

169mm×239mm·32 印张·625 千字

0001—4000 册

标准书号：ISBN 978-7-111-41780-4

定价：49.80 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

教材网：<http://www.cmpedu.com>

销售一部：(010) 68326294

机工官网：<http://www.cmpbook.com>

销售二部：(010) 88379649

机工官博：<http://weibo.com/cmp1952>

读者购书热线：(010) 88379203

封面无防伪标均为盗版

国家职业资格培训教材第2版

编 审 委 员 会

主 任	王瑞祥				
副 主 任	李 奇	郝广发	杨仁江	施 斌	
委 员	(按姓氏笔画排序)				
	王兆晶	王昌庚	田力飞	田常礼	刘云龙
	刘书芳	刘亚琴	李双双	李春明	李俊玲
	李家柱	李晓明	李超群	李援瑛	吴茂林
	张安宁	张吉国	张凯良	张敬柱	陈建民
	周新模	杨君伟	杨柳青	周立雪	段书民
	荆宏智	柳吉荣	徐 斌		
总 策 划	荆宏智	李俊玲	张敬柱		
本 书 主 编	杨建新				
本 书 副 主 编	沈良钧	王维新			
本 书 参 编	许乔宝	贾明权	袁 进	何 鹏	施 奇
	鲍 梅				
本 书 主 审	宋昌才				

第2版序

在“十五”末期，为贯彻落实“全国职业教育工作会议”和“全国再就业会议”精神，加快培养一大批高素质的技能型人才，机械工业出版社精心策划了与原劳动和社会保障部《国家职业标准》配套的《国家职业资格培训教材》。这套教材涵盖41个职业工种，共172种，由十几个省、自治区、直辖市相关行业200多名工程技术人员、教师、技师和高级技师等从事技能培训和鉴定的专家参加编写。教材出版后，以其兼顾岗位培训和鉴定培训需要，理论、技能、题库合一，便于自检自测，受到全国各级培训、鉴定部门和广大技术工人的欢迎，基本满足了培训、鉴定和读者自学的需要，在“十一五”期间为培养技能人才发挥了重要作用，本套教材也因此成为国家职业资格鉴定考证培训及企业员工培训的品牌教材。

2010年，《国家中长期人才发展规划纲要（2010—2020年）》《国家中长期教育改革和发展规划纲要（2010—2020年）》《关于加强职业培训促就业的意见》相继颁布和出台，2012年1月，国务院批转了“七部委”联合制定的《促进就业规划（2011—2015年）》，在这些规划和意见中，都重点阐述了加大职业技能培训力度、加快技能人才培养的重要意义，以及相应的配套政策和措施。为适应这一新形势，同时也鉴于第1版教材所涉及的许多知识、技术、工艺、标准等已发生了变化的实际情况，我们经过深入调研，并在充分听取了广大读者和业界专家意见的基础上，决定对已经出版的《国家职业资格培训教材》进行修订。本次修订，仍以原有的大部分作者为班底，并保持原有的“以技能为主线，理论、技能、题库合一”的编写模式，重点在以下几个方面进行了改进：

（1）新增紧缺职业工种 为满足社会需求，又开发了一批近几年比较紧缺的以及新增的职业工种教材，使本套教材覆盖的职业工种更加广泛。

（2）紧跟国家职业标准 按照最新颁布的《国家职业技能标准》（或《国家职业标准》）规定的工作内容和技能要求重新整合、补充和完善内容，涵盖职业标准中所要求的知识点和技能点。

（3）提炼重点知识技能 在内容的选择上，以“够用”为原则，提炼出应重点掌握的必需的专业知识和技能，删减了不必要的理论知识，使内容更加精练。

（4）补充更新技术内容 紧密结合最新技术发展，删除了陈旧过时的内容，

补充了新的技术内容。

(5) 同步最新技术标准 对原教材中按旧的技术标准编写的内容进行更新, 所有内容均与最新的技术标准同步。

(6) 精选技能鉴定题库 按鉴定要求精选了职业技能鉴定试题, 试题贴近教材、贴近国家试题库的考点, 更具典型性、代表性、通用性和实用性。

(7) 配备免费电子教案 为方便培训教学, 我们为本套教材开发配备了配套的电子教案, 免费赠送给选用本套教材的机构和教师。

(8) 配备操作实景光盘 根据读者需要, 部分教材配备了操作实景光盘。

一言概之, 经过精心修订, 第2版教材在保留了第1版教材精华的同时, 内容更加精练、可靠、实用, 针对性更强, 更能满足社会需求和读者需要。全套教材既可作为各级职业技能鉴定培训机构、企业培训部门的考前培训教材, 又可作为读者考前复习和自测使用的复习用书, 也可供职业技能鉴定部门在鉴定命题时参考, 还可作为职业技术学院、技工院校、各种短训班的专业课教材。

在本套教材的调研、策划、编写过程中, 曾经得到许多企业、鉴定培训机构有关领导、专家的大力支持和帮助, 在此表示衷心的感谢!

虽然我们已经尽了最大努力, 但教材中仍难免存在不足之处, 恳请专家和广大读者批评指正。

国家职业资格培训教材第2版编审委员会

第1版序一

当前和今后一个时期,是我国全面建设小康社会、开创中国特色社会主义事业新局面的重要战略机遇期。建设小康社会需要科技创新,离不开技能人才。“全国人才工作会议”“全国职教工作会议”都强调要把“提高技术工人素质、培养高技能人才”作为重要任务来抓。当今世界,谁掌握了先进的科学技术并拥有大量技术娴熟、手艺高超的技能人才,谁就能生产出高质量的产品,创出自己的名牌;谁就能在激烈的市场竞争中立于不败之地。我国有近一亿技术工人,他们是社会物质财富的直接创造者。技术工人的劳动,是科技成果转化成为生产力的关键环节,是经济发展的重要基础。

科学技术是财富,操作技能也是财富,而且是重要的财富。中华全国总工会始终把提高劳动者素质作为一项重要任务,在职工中开展的“当好主力军,建功‘十一五’和谐奔小康”竞赛中,全国各级工会特别是各级工会职工技协组织注重加强职工技能开发,实施群众性经济技术创新工程,坚持从行业和企业实际出发,广泛开展岗位练兵、技术比赛、技术革新、技术协作等活动,不断提高职工的技术技能和操作水平,涌现出一大批掌握高超技能的能工巧匠。他们以自己的勤劳和智慧,在推动企业技术进步,促进产品更新换代和升级中发挥了积极的作用。

欣闻机械工业出版社配合新的《国家职业标准》为技术工人编写了这套涵盖41个职业的172种“国家职业资格培训教材”。这套教材由全国各地技能培训和考评专家编写,具有权威性和代表性;将理论与技能有机结合,并紧紧围绕《国家职业标准》的知识点和技能鉴定点编写,实用性、针对性强,既有必备的理论和技能知识,又有考核鉴定的理论和技能题库及答案,编排科学,便于培训和检测。

这套教材的出版非常及时,为培养技能型人才做了一件大好事,我相信这套教材一定会为我们培养更多更好的高技能人才做出贡献!



(李永安 中国职工技术协会常务副会长)

第1版序二

为贯彻“全国职业教育工作会议”和“全国再就业会议”精神，全面推进技能振兴计划和高技能人才培养工程，加快培养一大批高素质的技能型人才，我们精心策划了这套与劳动和社会保障部最新颁布的《国家职业标准》配套的《国家职业资格培训教材》。

进入21世纪，我国制造业在世界上所占的比重越来越大，随着我国逐渐成为“世界制造业中心”进程的加快，制造业的主力军——技能人才，尤其是高级技能人才的严重缺乏已成为制约我国制造业快速发展的瓶颈，高级蓝领出现断层的消息屡屡见诸报端。据统计，我国技术工人中高级以上技工只占3.5%，与发达国家40%的比例相去甚远。为此，国务院先后召开了“全国职业教育工作会议”和“全国再就业会议”，提出了“三年50万新技师的培养计划”，强调各地、各行业、各企业、各职业院校等要大力开展职业技术培训，以培训促就业，全面提高技术工人的素质。

技术工人密集的机械行业历来高度重视技术工人的职业技能培训工作，尤其是技术工人培训教材的基础建设工作，并在几十年的实践中积累了丰富的教材建设经验。作为机械行业的专业出版社，机械工业出版社在“七五”“八五”“九五”期间，先后组织编写出版了“机械工人技术理论培训教材”149种，“机械工人操作技能培训教材”85种，“机械工人职业技能培训教材”66种，“机械工业技师考评培训教材”22种，以及配套的习题集、试题库和各种辅导性教材约800种，基本满足了机械行业技术工人培训的需要。这些教材以其针对性、实用性强，覆盖面广，层次齐备，成龙配套等特点，受到全国各级培训、鉴定和考工部门和技术工人的欢迎。

2000年以来，我国相继颁布了《中华人民共和国职业分类大典》和新的《国家职业标准》，其中对我国职业技术工人的工种、等级、职业的活动范围、工作内容、技能要求和知识水平等根据实际需要进行了重新界定，将国家职业资格分为5个等级：初级（5级）、中级（4级）、高级（3级）、技师（2级）、高级技师（1级）。为与新的《国家职业标准》配套，更好地满足当前各级职业培训和技术工人考工取证的需要，我们精心策划编写了这套“国家职业资格培训教材”。

这套教材是依据劳动和社会保障部最新颁布的《国家职业标准》编写的，



为满足各级培训考工部门和广大读者的需要，这次共编写了41个职业172种教材。在职业选择上，除机电行业通用职业外，还选择了建筑、汽车、家电等其他相近行业的热门职业。每个职业按《国家职业标准》规定的工作内容和技能要求编写初级、中级、高级、技师（含高级技师）四本教材，各等级合理衔接、步步提升，为高技能人才培养搭建了科学的阶梯型培训架构。为满足实际培训的需要，对多工种共同需求的基础知识我们还分别编写了《机械制图》、《机械基础》、《电工常识》、《电工基础》、《建筑装饰识图》等近20种公共基础教材。

在编写原则上，依据《国家职业标准》又不拘泥于《国家职业标准》是我们这套教材的创新。为满足沿海制造业发达地区对技能人才细分市场的需要，我们对模具、制冷、电梯等社会需求量大又已单独培训和考核的职业，从相应的职业标准中剥离出来单独编写了针对性较强的培训教材。

为满足培训、鉴定、考工和读者自学的需要，在编写时我们考虑了教材的配套性。教材的章首有培训要点、章末配复习思考题，书末有与之配套的试题库和答案，以及便于自检自测的理论和技能模拟试卷，同时还根据需求为20多种教材配制了VCD光盘。

为扩大教材的覆盖面和体现教材的权威性，我们组织了上海、江苏、广东、广西、北京、山东、吉林、河北、四川、内蒙古等地相关行业从事技能培训和考工的200多名专家、工程技术人员、教师、技师和高级技师参加编写。

这套教材在编写过程中力求突出“新”字，做到“知识新、工艺新、技术新、设备新、标准新”，增强实用性，重在教会读者掌握必需的专业知识和技能，是企业培训部门、各级职业技能鉴定培训机构、再就业和农民工培训机构的理想教材，也可作为技工学校、职业高中、各种短训班的专业课教材。

在这套教材的调研、策划、编写过程中，曾经得到广东省职业技能鉴定中心、上海市职业技能鉴定中心、江苏省机械工业联合会、中国第一汽车集团公司以及北京、上海、广东、广西、江苏、山东、河北、内蒙古等地许多企业和技工学校的有关领导、专家、工程技术人员、教师、技师和高级技师的大力支持和帮助，在此谨向为本套教材的策划、编写和出版付出艰辛劳动的全体人员表示衷心的感谢！

教材中难免存在不足之处，诚恳希望从事职业教育的专家和广大读者不吝赐教，提出批评指正。我们真诚希望与您携手，共同打造职业培训教材的精品。

国家职业资格培训教材编审委员会

前 言

电火花切削加工技术,一直以来都是模具制造成形加工的主要手段,尤其是在融合了先进的数控技术后,在精密加工领域更具有不可取代的地位,得到了非常广泛的应用。在众多的从业人员中,大多只经过短期培训,缺乏系统的理论知识,只能进行简单加工程序的编制,严重影响了加工设备的使用。为培养更多了解电切削加工工艺知识,能够熟练掌握数控编程、操作和维修的应用型技术人才,满足广大从事电切削加工的各层次技术工人的学习需求,编写了本书。

本书是以最新《国家职业标准 电切削工》(初级、中级、高级)为依据,适应技术的发展要求,结合生产实际编写的。共分十六章,一至五章为初级部分,六至十一章为中级部分,十二至十六章为高级部分。在内容安排上,除了各等级应知、应会的基础理论和工艺操作范例外,每一章后都附有复习思考题,每一部分都附有各等级的试题库和答案,试题库包括知识要求试题、技能要求试题和模拟试卷样例,技能要求试题附有评分标准和考核要求。在编排上注重实用技术与必要的基础知识统一,应用思路 and 技巧的统一,文字简练,图文并茂,方便培训和自学。

本书由杨建新任主编,沈良钧、王维新任副主编,许乔宝、贾明权、袁进、何鹏、施奇、鲍梅参加编写。全书由宋昌才担任主审。

在编写过程中,得到了江苏大学机械学院任乃飞、李金伴教授,基础工程训练基地马伟民、张应龙、曾艳明、马鹏飞、顾佩兰、李美兰高级工程师,张松生、杨宁川高级技师的精心指导和热情帮助。同时,还借鉴了许多同行优秀的教材及著作,在此向他们一并表示感谢。

由于编者水平所限,书中难免有不妥之处,恳请读者批评指正。

编 者

目 录

第2版序	
第1版序一	
第1版序二	
前言	

第一部分 电切削工（初级）

第一章 电切削加工基础	2
第一节 电火花加工的基本原理、特点及其应用	2
第二节 电火花加工的工艺类型及常用术语	7
第三节 电火花成形加工的原理及其应用范围	10
第四节 快走丝、慢走丝线切割加工及其应用范围	13
复习思考题	15
第二章 典型线切割机床的结构、操作与维护	16
第一节 线切割机床的分类及技术参数	16
第二节 典型线切割机床的结构	20
第三节 线切割机床的维护与安全操作规程	28
第四节 线切割加工技能训练实例	31
复习思考题	38
第三章 线切割加工编程基础及一般工艺	39
第一节 线切割加工与编程	39
第二节 线切割加工一般工艺	52
第三节 线切割加工技能训练实例	61
复习思考题	71
第四章 电火花成形加工设备的系统组成、安装、操作及维护	72
第一节 电火花成形机床的分类和主要技术参数	72
第二节 电火花成形机床的结构及系统组成	76
第三节 电火花成形机床的维护与安全操作规程	85

第四节 电火花成形加工技能训练实例	89
复习思考题	95
第五章 电火花成形加工操作及一般工艺	96
第一节 电火花成形加工的操作步骤	96
第二节 电火花成形加工一般工艺	101
第三节 电火花成形加工技能训练实例	118
复习思考题	128
试题库	129
知识要求试题	129
一、判断题 试题 (129) 答案 (145)	129
二、选择题 试题 (131) 答案 (145)	131
技能要求试题	135
一、电火花线切割机床穿丝与找正	135
二、螺纹车削对刀样板的加工	136
三、齿轮键槽的加工	137
四、电火花成形机床电极安装与找正	138
五、电火花成形加工工件的找正和定位	139
六、M8 不通孔断丝锥的去除	139
模拟试卷样例	141
一、判断题 试题 (141) 答案 (145)	141
二、选择题 试题 (143) 答案 (146)	143
三、编程题 试题 (144) 答案 (146)	144

第二部分 电切削工 (中级)

第六章 线切割手工编程	148
第一节 3B 代码编程	148
第二节 4B 代码编程	154
第三节 ISO 代码编程	156
复习思考题	164
第七章 CAXA 线切割 V2 编程软件	165
第一节 CAXA 线切割 V2 系统	165
第二节 CAXA 自动编程	173
第三节 CAXA 自动编程技能训练实例	183



复习思考题	190
第八章 典型线切割机床的操作	192
第一节 DK7732 型线切割机床的操作	192
第二节 FW 系列线切割机床的操作	200
第三节 CF20 型线切割机床的操作	210
复习思考题	219
第九章 线切割加工工艺	220
第一节 工作液概述	220
第二节 电极丝对工艺性能的影响	223
第三节 加工参数的选择	227
第四节 复杂工件的装夹	230
第五节 典型零件加工的工艺分析	232
第六节 线切割加工产生废品的因素分析	236
第七节 线切割加工技能训练实例	239
复习思考题	253
第十章 典型电火花成形加工机床的操作	254
第一节 SE 系列数控电火花成形机床的操作	254
第二节 SC400 型数控电火花成形机床的操作	263
第三节 DD703 型电火花穿孔机床的操作	270
复习思考题	277
第十一章 电火花成形加工工艺	278
第一节 工具电极	278
第二节 电火花成形加工工作液	282
第三节 加工参数的选择对工艺指标的影响	285
第四节 典型零件加工的工艺分析	293
第五节 电火花成形加工常见问题的处理	298
第六节 电火花成形加工技能训练实例	300
复习思考题	311
试题库	312
知识要求试题	312
一、判断题 试题 (312) 答案 (335)	312
二、选择题 试题 (315) 答案 (335)	315

技能要求试题	320
一、阶梯垫块的线切割加工	320
二、电极扁夹的线切割加工	321
三、阀门手柄轮的线切割加工	322
四、文字冲模头的线切割加工	323
五、图形冲模头的线切割加工	324
六、多孔工件的电火花加工	325
七、内六角套筒的电火花加工	326
八、自制表面粗糙度样板	327
模拟试卷样例	329
一、判断题 试题 (329) 答案 (336)	329
二、选择题 试题 (331) 答案 (336)	331
三、编程题 试题 (333) 答案 (336)	333

第三部分 电切削工 (高级)

第十二章 计算机绘图与编程	338
第一节 YH 绘图编程软件	338
第二节 HF 绘图编程软件	341
第三节 TurboCAD 绘图编程软件	343
第四节 CAXA 绘图编程软件	345
第五节 计算机网络技术在电切削加工中的应用	347
复习思考题	349
第十三章 复杂曲线零件电加工程序编制	350
第一节 椭圆样板零件的编程方法	350
第二节 渐开线齿轮零件的编程方法	352
第三节 阿基米德螺旋线图形零件的编程方法	356
第四节 列表曲线零件的编程方法	360
复习思考题	363
第十四章 电加工机床的安装与维护	364
第一节 电加工机床的安装	364
第二节 线切割机床的安装与精度检验方法	367
第三节 电火花成形加工机床的安装与精度检验	371
第四节 电加工机床常见异常现象与处理	378
复习思考题	386



第十五章 线切割加工工艺	387
第一节 线切割加工工艺指标.....	387
第二节 线切割加工基本工艺规律.....	391
第三节 慢走丝线切割机床常用夹具.....	398
第四节 特殊要求的零件加工过程中的工艺处理.....	404
第五节 线切割加工技能训练实例.....	409
复习思考题.....	420
第十六章 电火花成形加工工艺	421
第一节 电火花加工过程中的参数调整.....	421
第二节 电火花加工表面质量.....	425
第三节 影响电火花加工效率的因素.....	428
第四节 电极材料损耗影响因素及损耗量的计算.....	430
第五节 电火花成形加工的一些工艺技巧.....	436
第六节 电火花成形加工技能训练实例.....	446
复习思考题.....	460
试题库	461
知识要求试题.....	461
一、判断题 试题 (461) 答案 (483)	461
二、选择题 试题 (464) 答案 (483)	464
三、简答题 试题 (469) 答案 (483)	469
技能要求试题.....	470
一、燕尾配合套件的线切割加工	470
二、部分锥度零件的线切割加工	471
三、锥度零件的线切割加工	472
四、上下异形零件的线切割加工	473
五、非圆凸轮的线切割加工	474
六、斜孔零件的电火花加工	475
七、侧壁圆形沟槽零件的电火花加工	476
八、纪念币压形模型腔的电火花加工	477
模拟试卷样例.....	478
一、判断题 试题 (478) 答案 (489)	478
二、选择题 试题 (480) 答案 (489)	480
三、简答题 试题 (482) 答案 (489)	482
四、编程题 试题 (482) 答案 (490)	482
参考文献	491

第一部分

电切削工（初级）

第一章

电切削加工基础

电火花加工又称放电加工 (Electrical Discharge Machining, 简称 EDM), 是一种直接利用电能和热能进行加工的新工艺。电火花加工与金属切削加工的原理完全不同, 在加工过程中, 工具和工件并不接触, 而是靠工具和工件之间不断地脉冲性火花放电, 产生局部、瞬时的高温, 把金属材料逐步蚀除掉。由于放电过程中可见到火花, 故称之为电火花加工。日本、英国、美国称之为放电加工, 俄罗斯称之为电蚀加工。目前这一工艺技术已广泛用于加工淬火钢、不锈钢、模具钢、硬质合金等难加工材料, 以及用于加工模具等具有复杂表面的零部件, 在民用和国防工业中获得越来越多的应用, 已成为切削加工的重要补充和发展。

第一节 电火花加工的基本原理、特点及其应用

一、电火花加工的基本原理

1. 电火花加工的产生

电火花加工的原理是基于工具和工件 (正、负电极) 之间脉冲性火花放电时的电腐蚀现象来蚀除多余的金属, 以达到对零件的尺寸、形状及表面质量预定的加工要求。电腐蚀现象早在 20 世纪初就被人们发现, 例如在插头或电器开关触点开、闭时, 往往会产生火花而把接触表面烧毛, 腐蚀成粗糙不平的凹坑而逐渐损坏。长期以来, 电腐蚀一直被认为是一种有害的现象, 人们不断地研究电腐蚀的原因并设法减轻和避免电腐蚀的发生。但事物都是一分为二的, 只要掌握规律, 在一定条件下可以把坏事转化为好事, 把有害变为有用。

1940 年前后, 前苏联科学院电工研究所拉扎连柯夫妇的研究结果表明, 电火花腐蚀的主要原因是: 电火花放电时火花通道中瞬时产生大量的热, 达到很高的温度, 足以使任何金属材料局部熔化、汽化而被蚀除掉, 形成放电凹坑。这样, 人们在研究抗电腐蚀办法的同时, 开始研究利用电腐蚀现象对金属材料进行