

GB

中国强制性 国家标准汇编

电工卷 1

(第三版)

国家标准化管理委员会 编
中国标准出版社



中国标准出版社

中国强制性国家标准汇编

电 工 卷 1

(第三版)

国家标准化管理委员会 编
中国标准出版社

中国标准出版社

2003

图书在版编目 (CIP) 数据

中国强制性国家标准汇编. 电工卷. 1/国家标准化
管理委员会, 中国标准出版社编. —3 版. —北京:
中国标准出版社, 2003

ISBN 7-5066-3130-X

I. 中… II. ①国…②中… III. ①国家标准-汇
编-中国②电器-国家标准-汇编-中国③日用电气器
具-国家标准-汇编-中国 IV. T-652.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 031037 号

中国标准出版社出版

北京复兴门外三里河北街 16 号

邮政编码:100045

电话:68523946 68517548

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

开本 880×1230 1/16 印张 63¼ 字数 1 813 千字

2003 年 6 月第三版 2003 年 6 月第一次印刷

*

印数 1—1 500 定价 132.00 元

网址 www.bzcbs.com

版权专有 侵权必究

举报电话:(010)68533533

《中国强制性国家标准汇编》总编审委员会

主 审 李忠海

副主审 王忠敏 孙晓康 石保权 宿忠民

委 员 (按姓氏笔画为序)

王希林	王宗龄	石宝祥	邓瑞德	刘淑英	刘霜秋
孙旭亮	李安东	李智勇	谷晓宇	张灵光	张琳
杨泽世	陈九	陈刚	国焕新	姜永平	钟莉
殷明汉	黄夏	崔凤喜	崔华	温珊林	袁庆军
廖晓谦	樊艳红	戴红			

《中国强制性国家标准汇编》总编辑委员会

主 编 张健全

副主编 刘国普 白德美 冯强 隋松鹤 董志民 王守一

编 委 魏丽萍 高莹 段炼 张宁 段方 于茁路
刘晓东 张燕敏

《中国强制性国家标准汇编》分编辑委员会

主 编 张宁

编 委 (按姓氏笔画为序)

王成	王西林	王晓萍	孙海军	余琦	金淑
曹剑锋	曹敏				

封面设计 张晓平 徐东彦 李冬梅

版式设计 李玲 张利华

责任印制 邓成友

工作人员 林艳 张玉荣

第三版出版说明

《中国强制性国家标准汇编》于1993年出版第一版,1997年出版第二版。自本套大型系列汇编出版以来,由于其具有权威性、全面性、实用性的特点,深受读者欢迎。随着社会主义市场经济发展和国际贸易的需要,一些强制性标准已陆续修订。为了满足读者的需要,我们决定对原有汇编进行修订。

这次第三版修订主要依据国家质量监督检验检疫总局对2002年12月31日以前批准发布的强制性国家标准的复审结果。本系列汇编收集了国家质量监督检验检疫总局确认的全部2785项强制性国家标准和全部标准修改单。为保证全书的时效性,我们将2003年1月1日至2003年3月31日由国家质量监督检验检疫总局批准发布的强制性标准一并收入。全书收录标准共计2807项。

本系列汇编收集的强制性国家标准按《中国标准文献分类法》大类分类,原则上按类设卷;标准多的类别,每卷又分若干分册;标准少的类别合卷编排;每册按标准类别排列,每类按标准编号从小到大顺序排列。

全书包括18卷43分册,具体名称如下:

综合卷1(包括中国标准文献分类法中A00~45类)

综合卷2(包括中国标准文献分类法中A51~77类)

综合卷3(包括中国标准文献分类法中A79~94类)

农林卷1(包括中国标准文献分类法中B09~43类)

农林卷2(包括中国标准文献分类法中B44~96类)

医药、卫生、劳动保护卷1(包括中国标准文献分类法中C04~40类)

医药、卫生、劳动保护卷2(包括中国标准文献分类法中C41~50类)

医药、卫生、劳动保护卷3(包括中国标准文献分类法中C51~52类)

医药、卫生、劳动保护卷4(包括中国标准文献分类法中C53类)

医药、卫生、劳动保护卷5(包括中国标准文献分类法中C56~59类)

医药、卫生、劳动保护卷6(包括中国标准文献分类法中C60~63类)

医药、卫生、劳动保护卷7(包括中国标准文献分类法中C65~67类)

医药、卫生、劳动保护卷8(包括中国标准文献分类法中C68~72类)

医药、卫生、劳动保护卷9(包括中国标准文献分类法中C73~81类)

医药、卫生、劳动保护卷10(包括中国标准文献分类法中C82~91类)

矿业、冶金卷(包括中国标准文献分类法中D、H类)

石油卷(包括中国标准文献分类法中E类)

能源卷(包括中国标准文献分类法中F类)

化工卷1(包括中国标准文献分类法中G09~25类)

化工卷2(包括中国标准文献分类法中G32~93类)

机械卷1(包括中国标准文献分类法中J07~74类)

机械卷2(包括中国标准文献分类法中J74~78类)

电工卷 1(包括中国标准文献分类法中 K01~09 类)
电工卷 2(包括中国标准文献分类法中 K09 类)
电工卷 3(包括中国标准文献分类法中 K10~30 类)
电工卷 4(包括中国标准文献分类法中 K31 类)
电工卷 5(包括中国标准文献分类法中 K32~39 类)
电工卷 6(包括中国标准文献分类法中 K40~49 类)
电工卷 7(包括中国标准文献分类法中 K50~64 类)
电工卷 8(包括中国标准文献分类法中 K65~71 类)
电工卷 9(包括中国标准文献分类法中 K72~84 类)
电子与信息技术卷 1(包括中国标准文献分类法中 L06~71 类)
电子与信息技术卷 2(包括中国标准文献分类法中 L71 类)
电子与信息技术卷 3(包括中国标准文献分类法中 L71~85 类)
通信、广播、仪器、仪表卷(包括中国标准文献分类法中 M、N 类)
工程建设卷(包括中国标准文献分类法中 P 类)
建材卷(包括中国标准文献分类法中 Q 类)
公路、水路、铁路卷(包括中国标准文献分类法中 R、S 类)
车辆、船舶、航空航天卷(包括中国标准文献分类法中 T、U、V 类)
食品卷 1(包括中国标准文献分类法中 X04~42 类)
食品卷 2(包括中国标准文献分类法中 X42~87 类)
轻工、纺织、文化用品卷(包括中国标准文献分类法中 Y、W 类)
环境保护卷(包括中国标准文献分类法中 Z 类)

鉴于本汇编收录的标准发布年代不尽相同,所用计量单位、符号未做改动。

本汇编部分标准现正在进行修订,望读者随时注意新版标准的出版信息。

本册为电工卷(分类代号 K)第 1 册,共收入 67 项强制性国家标准。

编 者

2003 年 4 月

第一版出版说明

一、《中华人民共和国标准化法》和《中华人民共和国标准化法实施条例》规定,“制定标准应当有利于保障安全和人民的身体健康,保障消费者利益,保护环境”;“国家标准、行业标准分为强制性标准和推荐性标准”;“保障人体健康,人身、财产安全的标准和法律、行政法规规定强制执行的标准是强制性标准,其他标准是推荐性标准”;“从事科研、生产、经营的单位和个人,必须严格执行强制性标准”,“不符合强制性标准的产品,禁止生产、销售和进口”。《中华人民共和国产品质量法》规定,产品质量应“不存在危及人身、财产安全的不合理的危险,有保障人体健康,人身、财产安全的国家标准、行业标准的,应当符合该标准”。《中华人民共和国合同法》规定,购销合同中“产品质量要求和包装质量要求,有国家强制性标准或者行业强制性标准的,不得低于国家强制性标准或者行业强制性标准签订”。

二、为了适应发展社会主义市场经济和实施《中华人民共和国产品质量法》的需要,国家技术监督局依据《中华人民共和国标准化法》和《中华人民共和国标准化法实施条例》的有关规定,对1993年4月30日以前批准、发布的强制性国家标准进行了复审,确定1666项为强制性国家标准(国家技术监督局公告,一九九三年十月二十日)。本汇编收录的即为上述全部强制性国家标准。

三、本汇编收录的强制性国家标准按专业分类编排。原则上按类设卷;标准多的类,每卷又分若干分册;标准少的类合卷编排。共分14卷:综合卷,农林卷,医药、卫生、劳动保护卷,石油、化工卷,矿业、冶金、能源卷,机械卷,电工卷,电子元器件、信息技术卷,通信、广播、仪器、仪表卷,工程建设、建材卷,公路、水路、铁路、车辆、船舶卷,纺织、轻工、文化及生活用品卷,食品卷,环境保护卷。

中国标准出版社

1993年12月

第二版出版说明

一、现出版的本汇编电工卷第二版除保留第一版中仍有效的国家标准外，增收了1993年5月1日至1994年年底由国家技术监督局批准、发布的电工类（分类代号K）强制性国家标准（新制定和修订的）。电工卷共4个分册。

二、鉴于本书收录的标准因发布年代不尽相同，所用计量单位、符号在本书出版时未做改动。

中国标准出版社

1995年8月

目 录

K01 GB 7228—1987	电解整流设备的整流效率及其供电对象的电能利用率测算方法	1
K01 GB 12497—1995	三相异步电动机经济运行	10
K04 GB 156—1993	标准电压	33
K04 GB 12325—1990	电能质量 供电电压允许偏差	38
K09 GB 4208—1993	外壳防护等级(IP 代码)	40
K09 GB 4706.1—1992	家用和类似用途电器的安全 通用要求	70
K09 GB 4706.1—1998	家用和类似用途电器的安全 第一部分:通用要求	155
K09 GB 4706.2—1996	家用和类似用途电器的安全 电熨斗的特殊要求	236
K09 GB 4706.3—1986	家用和类似用途电器的安全 食物搅碎器及类似用途电器的特殊要求	245
K09 GB 4706.5—1995	家用和类似用途电器的安全 电炒锅的特殊要求	255
K09 GB 4706.6—1995	家用和类似用途电器的安全 自动电饭锅的特殊要求	263
K09 GB 4706.7—1999	家用和类似用途电器的安全 真空吸尘器和吸水式清洁器的特殊要求	272
K09 GB 4706.9—1986	家用和类似用途电器的安全 电动剃须刀、电推剪及类似器具的特殊要求	286
K09 GB 4706.10—1993	家用和类似用途电器的安全 按摩电器的特殊要求	294
K09 GB 4706.11—1997	家用和类似用途电器的安全 快热式热水器的特殊要求	301
K09 GB 4706.12—1995	家用和类似用途电器的安全 贮水式电热水器的特殊要求	314
K09 GB 4706.13—1998	家用和类似用途电器的安全 电冰箱、食品冷冻箱和制冰机的特殊要求	326
K09 GB 4706.14—1999	家用和类似用途电器的安全 面包片烘烤器、烤架、电烤炉及类似用途器具的特殊要求	349
K09 GB 4706.15—1996	家用和类似用途电器的安全 皮肤及毛发护理器具的特殊要求	363
K09 GB 4706.16—1986	家用和类似用途电器的安全 电池驱动的电动剃须刀、电推剪及其充电和电池组的特殊要求	376
K09 GB 4706.17—1996	家用和类似用途电器的安全 电动机-压缩机的特殊要求	388
K09 GB 4706.18—1999	家用和类似用途电器的安全 电池充电器的特殊要求	403
K09 GB 4706.19—1999	家用和类似用途电器的安全 液体加热器的特殊要求	414
K09 GB 4706.20—2000	家用和类似用途电器的安全 滚筒式干衣机的特殊要求	428
K09 GB 4706.21—2002*	家用和类似用途电器的安全 微波炉的特殊要求	439
K09 GB 4706.22—2002*	家用和类似用途电器的安全 驻立式电灶、灶台、烤炉及类似用途器具的特殊要求	461
K09 GB 4706.23—2003	家用和类似用途电器的安全 室内加热器的特殊要求	489
K09 GB 4706.24—2000	家用和类似用途电器的安全 洗衣机的特殊要求	507
K09 GB 4706.25—2002	家用和类似用途电器的安全 洗碟机的特殊要求	521

注:本书收集的国家标准的年代号用四位数字表示,鉴于部分国家标准出版年代不同,正文部分仍保留原样。

为方便读者使用,将标注(*)的标准由 Y 类调至 K09 类,将标注(**)的标准由 K64 调至 K09 类。

K09 GB 4706.26—2000	家用和类似用途电器的安全	离心式脱水机的特殊要求	533
K09 GB 4706.27—2003	家用和类似用途电器的安全	风扇的特殊要求	544
K09 GB 4706.28—1999	家用和类似用途电器的安全	吸油烟机的特殊要求	555
K09 GB 4706.29—1992	家用和类似用途电器的安全	电磁灶的特殊要求	565
K09 GB 4706.30—2002	家用和类似用途电器的安全	厨房机械的特殊要求	572
K09 GB 4706.31—1995	家用和类似用途电器的安全	桑那浴加热电器的特殊要求	589
K09 GB 4706.32—1996	家用和类似用途电器的安全	热泵、空调器和除湿机的特殊要求	600
K09 GB 4706.33—1996	家用和类似用途电器的安全	商用电深油炸锅的特殊要求	624
K09 GB 4706.34—1996	家用和类似用途电器的安全	商用电蒸锅的特殊要求	637
K09 GB 4706.35—1996	家用和类似用途电器的安全	商用电煮锅的特殊要求	650
K09 GB 4706.36—1997	家用和类似用途电器的安全	商用电开水器和液体加热器的特殊要求...	663
K09 GB 4706.37—1997	家用和类似用途电器的安全	商用单双面电热铛的特殊要求	674
K09 GB 4706.38—1997	家用和类似用途电器的安全	商用电动饮食加工机械的特殊要求	683
K09 GB 4706.39—1997	家用和类似用途电器的安全	商用电烤炉和烤面包炉的特殊要求	695
K09 GB 4706.40—1997	家用和类似用途电器的安全	商用多用途电平锅的特殊要求	706
K09 GB 4706.41—1998	家用和类似用途电器的安全	便携式电热工具及其类似器具的特殊 要求	716
K09 GB 4706.42—1999	家用和类似用途电器的安全	冷热水饮水机的特殊要求	729
K09 GB 4706.43—1999	家用和类似用途电器的安全	投影仪和类似用途器具的特殊要求	745
K09 GB 4706.44—1999	家用和类似用途电器的安全	贮热式房间加热器的特殊要求	756
K09 GB 4706.45—1999	家用和类似用途电器的安全	空气净化器的特殊要求	769
K09 GB 4706.46—1999	家用和类似用途电器的安全	挤奶机的特殊要求	779
K09 GB 4706.47—1999	家用和类似用途电器的安全	动物繁殖和饲养用电加热器的特殊要求...	789
K09 GB 4706.48—2000	家用和类似用途电器的安全	加湿器的特殊要求	800
K09 GB 4706.49—2000	家用和类似用途电器的安全	废弃食物处理器的特殊要求	808
K09 GB 4706.50—2001	家用和类似用途电器的安全	商用电动洗碗机的特殊要求	817
K09 GB 4706.51—2001	家用和类似用途电器的安全	商用电热食品保温柜的特殊要求	834
K09 GB 4706.52—2001	家用和类似用途电器的安全	商用电炉灶、烤箱、灶和灶单元的特殊 要求	847
K09 GB 4706.53—2002	家用和类似用途电器的安全	坐便器的特殊要求	867
K09 GB 4706.54—2002*	家用和类似用途电器的安全	步行式和手持式割草机和草坪修边机的 特殊要求	877
K09 GB 4706.55—2002*	家用和类似用途电器的安全	保温板和类似器具的特殊要求	899
K09 GB 4706.56—2002*	家用和类似用途电器的安全	深油炸锅、油煎锅及类似器具的特殊 要求	909
K09 GB 4706.57—2002*	家用和类似用途电器的安全	地板处理机和湿式擦洗机的特殊要求...	919
K09 GB 4706.58—2002*	家用和类似用途电器的安全	水床加热器的特殊要求	929
K09 GB 4706.59—2002*	家用和类似用途电器的安全	口腔卫生器具的特殊要求	941
K09 GB 4706.60—2002*	家用和类似用途电器的安全	衣物干燥机和毛巾架的特殊要求	950
K09 GB 4706.61—2002*	家用和类似用途电器的安全	使用液体的表面清洁器具的特殊要求...	959
K09 GB 4706.62—2003	家用和类似用途电器的安全	商用电水浴保温器的特殊要求	973
K09 GB 4706.63—2003	家用和类似用途电器的安全	商用电漂洗槽的特殊要求	988

电解整流设备的整流效率及其 供电对象的电能利用率测算方法

UDC 621.3.017.8

GB 7228—87

Measuring and calculating method on efficiency of
rectifiers and their consumers energy-conversion
efficiency in electro-chemical industry

本标准适用于用电解法生产有色金属及化工产品的大功率整流设备的效率及其供电对象（电解槽、炉）的电能利用率的测试，也适用于直流电炉、电镀槽用整流设备效率的测定。

1 名词、术语

1.1 整流设备的效率是指功率效率

1.1.1 整流设备标准规定效率

整流设备在标准规定的负荷下（如额定负载）测定的效率称为标准规定效率。

标准规定效率：
$$\eta_s = \frac{P_d}{P_d + \Sigma \Delta P_s} \times 100 (\%) \dots\dots\dots (1)$$

式中： η_s ——标准规定效率；

P_d ——直流额定输出总功率（用瓦特表测量），kW；

$\Sigma \Delta P_s$ ——在额定负载下各项损耗之和（用瓦特表测量或在条件不允许的情况下也可以用计算方法确定），kW。

对于直流输出功率大于300kW，额定直流电流超过5000A的整流设备，产品出厂效率的测定和工厂定期标定设备效率时，应分项测定各项损耗和直流额定输出总功率，按（1）式计算整流效率。

1.1.2 整流设备运行效率

整流设备在运行或运行阶段中测定的效率称为整流设备的运行效率。

运行效率：
$$\eta_{run} = \frac{P_o}{P_i} \times 100 (\%) \dots\dots\dots (2)$$

式中： η_{run} ——运行效率；

P_o ——整流设备输出的总功率（用瓦特表测量），kW；

P_i ——整流设备输入的有功功率（用瓦特表测量），kW。

整流设备在运行或运行阶段中按照（1）式测算效率有困难，且测量仪表的精度对测算结果的影响在允许误差范围内则可采用直接测定直流输出总功率和交流输入有功功率按（2）式计算整流设备的运行效率。

1.1.3 变流因数

对于脉波数小于6的整流设备当直流输出侧电压、电流的交流分量不对负载提供有功功率时，才须在功率效率之外再给出变流因数。

在负荷条件确定后、变流因数应以其输出的直流电压和直流电流的乘积与输入交流基波功率之比值来确定。

变流因数：
$$\nu_{inv} = \frac{U_d \cdot I_d}{P_{e(1)}} \times 100 (\%) \dots\dots\dots (3)$$

式中: ν_{inv} ——变流因数;

U_d ——直流输出电压平均值, V;

I_d ——直流输出电流平均值, A;

$P_{e(1)}$ ——交流输入侧基波有功功率, W。

1.2 整流站(所)的总效率

整流站(所)由两台及两台以上整流设备并联运行时需测算整流站(所)的总效率, 整流站(所)的总效率分为总瞬时效率和总平均效率。

1.2.1 整流站(所)总瞬时效率:

$$\eta_{gst} = \frac{P_{g0}}{P_{gi} + \Sigma \Delta P_{aux}} \times 100 (\%) \dots\dots\dots (4)$$

式中: η_{gst} ——总瞬时效率;

P_{g0} ——整流站(所)的总瞬时输出功率, kW;

P_{gi} ——整流站(所)的总瞬时输入功率, kW;

$\Sigma \Delta P_{aux}$ ——参与整流设备运行的其他辅助装置的瞬时功率损耗之和, kW。

$\Sigma \Delta P_{aux}$ 应包括:

- a. 各整流设备冷却装置(风机、水泵等)所耗功率;
- b. 触发装置所耗功率。

$\Sigma \Delta P_{aux}$ 不包括:

- a. 为保持整流站(所)建筑物内部环境条件的设备(如全站用通风、降温或空调设施等)所耗功率;
- b. 系统控制, 继电保护设备所耗功率;
- c. 间歇但属短暂工作的辅助设施(如调压机构驱动电机等)所耗功率。

1.2.2 整流站(所)的总平均效率:

$$\eta_{avg} = \frac{W_0}{W_i + \Sigma \Delta W_{aux}} \times 100 (\%) \dots\dots\dots (5)$$

式中: η_{avg} ——总平均效率;

W_0 ——整流站(所)总输出平均电能, kJ;

W_i ——整流站(所)总输入平均电能, kJ;

$\Sigma \Delta W_{aux}$ ——参与整流设备运行的其他辅助装置所耗平均电能之和, kJ。

$\Sigma \Delta W_{aux}$ 的应包括项和不应包括项与(4)式中 $\Sigma \Delta P_{aux}$ 的各项相对应。

(5)式中三项电能的积算周期 T :

- a. 对于小时平均效率: $T = 1 \text{ h}$;
- b. 对于班平均效率: $T = 8 \text{ h}$ (三班制);
 $T = 6 \text{ h}$ (四班制);
- c. 对于日平均效率: $T = 24 \text{ h}$ 。

1.3 电解整流设备供电对象的电能利用率

电解整流设备供电对象是指电解槽、槽组、槽系列、电解槽、槽组、槽系列的电能利用率是用电解法生产单位重量产品所需的理论直流电能与实耗交流电能之比值。

电能利用率:
$$\eta_{ec} = \frac{W=i}{W \sim r} \times 100 (\%) \dots\dots\dots (6)$$

式中: $W = i$ ——用电解法生产单位重量产品所需的理论直流电能(由理论计算确定);

$W \sim r$ ——用电解法生产单位重量产品实耗的交流电能(用交流电度表测定)。

1.3.1 电能效率

电解槽、槽组、槽系列的电能效率是电解槽、槽组、槽系列生产单位重量产品所需的理论直流电

能与实耗直流电能之比。

$$\text{电能效率: } \eta_e = \frac{W=i}{W=r} \times 100 (\%) \dots\dots\dots (7)$$

式中: $W=r$ ——用电解法生产单位重量产品的实耗直流电能。

1.3.2 电流效率

电解槽、槽组、槽系列的电流效率是用电解法生产单位重量产品所需的理论电荷量与实耗电荷量之比。

$$\text{电流效率: } \eta_e = \frac{Q_i}{Q_r} \times 100 (\%) \dots\dots\dots (8)$$

式中: Q_i ——电解法生产单位重量产品所需的理论电荷量(又称元素的电化当量)。

$$\text{元素的电化当量: } Q_i = \frac{\text{元素的原子价}}{\text{元素的原子量}} \times 26.81 \times 10^3 \text{ kA} \cdot \text{h/t}$$

Q_r ——电解法生产单位重量产品实耗电荷量。

1.3.3 电压效率:

电解槽的电压效率是电解质(金属盐类)电解工艺过程中的理论分解电压与电解槽的实际工作电压之比。

$$\text{电压效率: } \eta_u = \frac{U_i}{U_r} \times 100 (\%) \dots\dots\dots (9)$$

式中: U_i ——电解质(金属盐类)的理论分解电压;

U_r ——电解槽实际工作电压(包括分解电压、电解质及导电内衬和连接导体的电阻压降、过电压三者之和)。

1.3.4 工艺交流单耗

电解槽、槽组、槽系列的工艺交流单耗是电解法生产单位重量产品时直接用于电解工艺过程实耗的交流电能(用交流有功电度表测量)。

1.3.5 直流单耗

电解槽、槽组、槽系列的直流单耗是电解法生产单位重量产品所消耗的直流电能(用直流电度表测量)。

1.3.6 电能利用率、整流效率、电压效率、电流效率之间的换算关系:

电能利用率 = 整流效率 × 电压效率 × 电流效率, 即:

$$\eta_{ee} = \eta_{Rif} \times \eta_i \times \eta_u \dots\dots\dots (10)$$

式中: η_{Rif} ——整流效率。可以根据确定 η_i 、 η_u 的条件在 η_{run} 、 η_{gst} 、 η_{avg} 中选取。

2 测算方法

2.1 整流设备损耗功率的测定

损耗功率的测量可在通常的环境温度下进行。

正向损耗的测量应在整流设备各部位温度达到对应于额定值的平衡温度后进行。

试验时应采用整流变压器, 所测得的是整套设备或整个站(所)的损耗功率, 其中整流变压器的损耗应修正到75℃时的数值。

2.1.1 有关损耗功率测定的基本假设

a. 晶闸管、二极管在运行中因反向电压和反向电流所产生的损耗可忽略不计。只有雪崩二极管其反向损耗较大, 应予考虑。

b. 晶闸管、二极管的正向压降可表示为一恒定分量与一正比于电流的阻性分量之和。

c. 在多相联结中, 正向电流所产生的损耗等于直流平均值相同而电流波形为矩形时所产生的损耗。

d. 当饱和或不饱和电抗器（如存在）组装于整流设备内，且有阀侧相电流或整流器电路单元电流流过时，这些电抗器的损耗均应包括在测定的损耗之内。饱和电抗器的偏置电流应调整到对应于设备正常运行条件下的数值，以使整流器在额定网侧电压和额定直流电流下输出额定直流电压。

e. 整流器的总损耗功率为空载损耗功率和短路损耗功率之和。

2.1.2 轻载损耗功率的测定

轻载损耗功率的测量可与轻载试验结合进行。

交流侧接到电压为额定值的交流电源，直流侧与阻性负载相连接。试验应在待测效率的直流电压下进行（对晶闸管整流器用移相法调整），流过整流器的电流应不低于整流器轻载电压开始上升的过渡电流。

测定整流器的交流输入功率，包括规定的辅助装置和触发装置（限于晶闸管整流器）所消耗的功率和其他不取决于整流器负载的各种损耗功率。用功率表测量输出功率。对于六脉波及六脉波以上的整流器，允许采用直流电流表和直流电压表测量输出功率。但须加以说明，避免与直流功率混淆。

轻载损耗功率等于测得的整流器输入功率减去直流输出功率。

空载损耗等于测得的轻载损耗减去轻载电流在整流电路中引起的损耗功率。后者根据测得的直流电流与门槛电压和测得的电路电阻（忽略涡流损耗）计算而得。

2.1.3 短路损耗功率的测定

2.1.3.1 整流阀为二极管的整流设备短路损耗功率的测定

短路试验时将整流设备直流端子短接，使交流端子通过足够的电抗接至交流电源，以保证输入电流的波形基本正弦，其电压值应足以在额定频率下提供所需电流。

输入功率的测量须采用适合于作低电压下测量的功率表。功率表应接在整流设备的交流侧，要注意杂散磁场对测量精度的影响。

试验时，应紧接着两个不同数值的直流电流 $K I_{dN}$ 及 I_{dN} 下进行测量。此处， I_{dN} 为额定直流电流；

$$K = \frac{\text{实际工作条件下臂电流的波形系数（不考虑重叠角）}}{\text{试验时臂电流的波形系数}}。$$

首先在直流电流 $K I_{dN}$ 下，使变流器各部位温度达到稳定，测量该时损耗功率 P_2 ，然后将电流减至 I_{dN} ，并尽快测量损耗功率 P_1 。

在正常工作条件下，对应于额定直流电流的损耗功率 P 可由下式计算：

$$P = \frac{K+1}{K} \cdot P_2 - K P_1 \quad \dots\dots\dots (11)$$

直流侧短路连接导线和分流器（若存在时）中的损耗功率应尽量小，否则，应予单独测定，并从 P_1 、 P_2 中扣除。短路损耗功率的测定随整流器的电联结型式不同而有所差异，如表 1 所示。其测试方法如下：

a. 方法 I：试验时按图 1 连接。

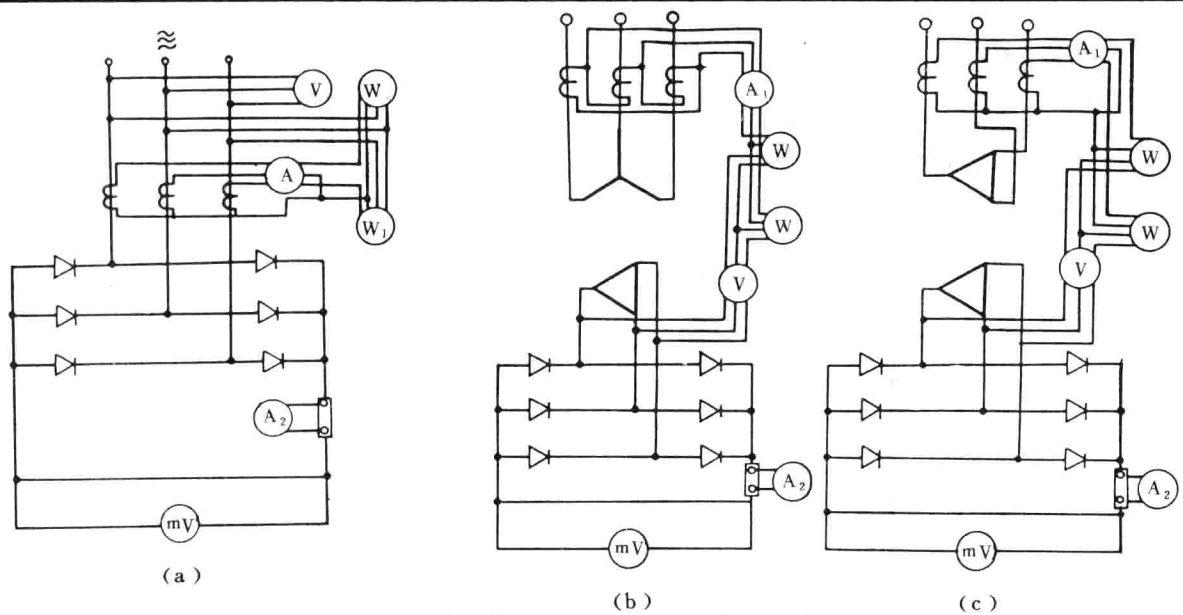


图 1 不同电联结整流器的短路损耗功率测试方法

- (a) 不包括整流变压器损耗
(b) 包括整流变压器损耗，整流变压器 Y / Δ 联结
(c) 包括整流变压器损耗，整流变压器 Δ / Δ 联结

表 1 不同电联结整流器的短路损耗功率测试方法

序 号	电联结型式	具 体 情 况	测 试 方 法
1	多相双拍	待测损耗功率不包括变压器损耗功率时	可用方法 I 或方法 II
2	多相双拍	整流变压器与装置的损耗功率一起测量时	可用方法 II
3	多相单拍	损耗功率已知的试验变压器与装置一起测量时	可用方法 III
4	多相单拍	待测损耗功率不包括变压器损耗功率时	可用方法 IV 或方法 V
5	多相单拍	整流变压器与装置的损耗功率一起测量时	可用方法 II
6	多相单拍	当一台单拍装置可以与另一台单拍装置联合为双拍装置时	可用方法 IV

按 2.1.3.1 所列方法在 $1.1 I_{dN}$ 和 I_{dN} 电流下进行两次测量，在额定直流电流下工作时，设备的损耗功率为： $P = 1.91 P_2 - 1.1 P_1$ 。

上式假定试验电流的波形系数为 1.11，即电流波形为正弦波。若电流的波形与正弦波相差很大，则应按 2.1.3.1 规定计算。

当试验设备不能将试验电流刚好调节到上述规定时，可以在稍高或稍低于上述规定电流下测量输入功率，然后用内插法计算对应于规定电流的输入功率。

b. 方法 II：为整流变压器与设备在一起由同一制造厂供应时，如果方便，可以一起测量。此时只要将功率表接到变压器的网侧并用类似方法测量即可，其短路损耗应折算到 75℃ 时的数值。

c. 方法 IV：用一台校验过的试验变压器代替方法 II 中的变压器，整流装置的损耗功率等于测得的损耗功率减去试验变压器的损耗功率。

当需要对整流设备分别测定装置和变压器的损耗功率时，也可以将实际使用的整流变压器损耗功率事先进行测定，然后作为试验变压器使用。

d. 方法 IV：方法 IV 与方法 I 基本相同，试验时将电流互感器接至单拍联结中的一个换相组内。

此外，电流互感器的次级必须用电阻跨接并与阻断二极管及交流、直流电流表串联，如方法 V 中的电路。

依次测量各换相组的损耗功率，取其和即得总损耗功率。

e. 方法 V：试验时按图 2 连接。

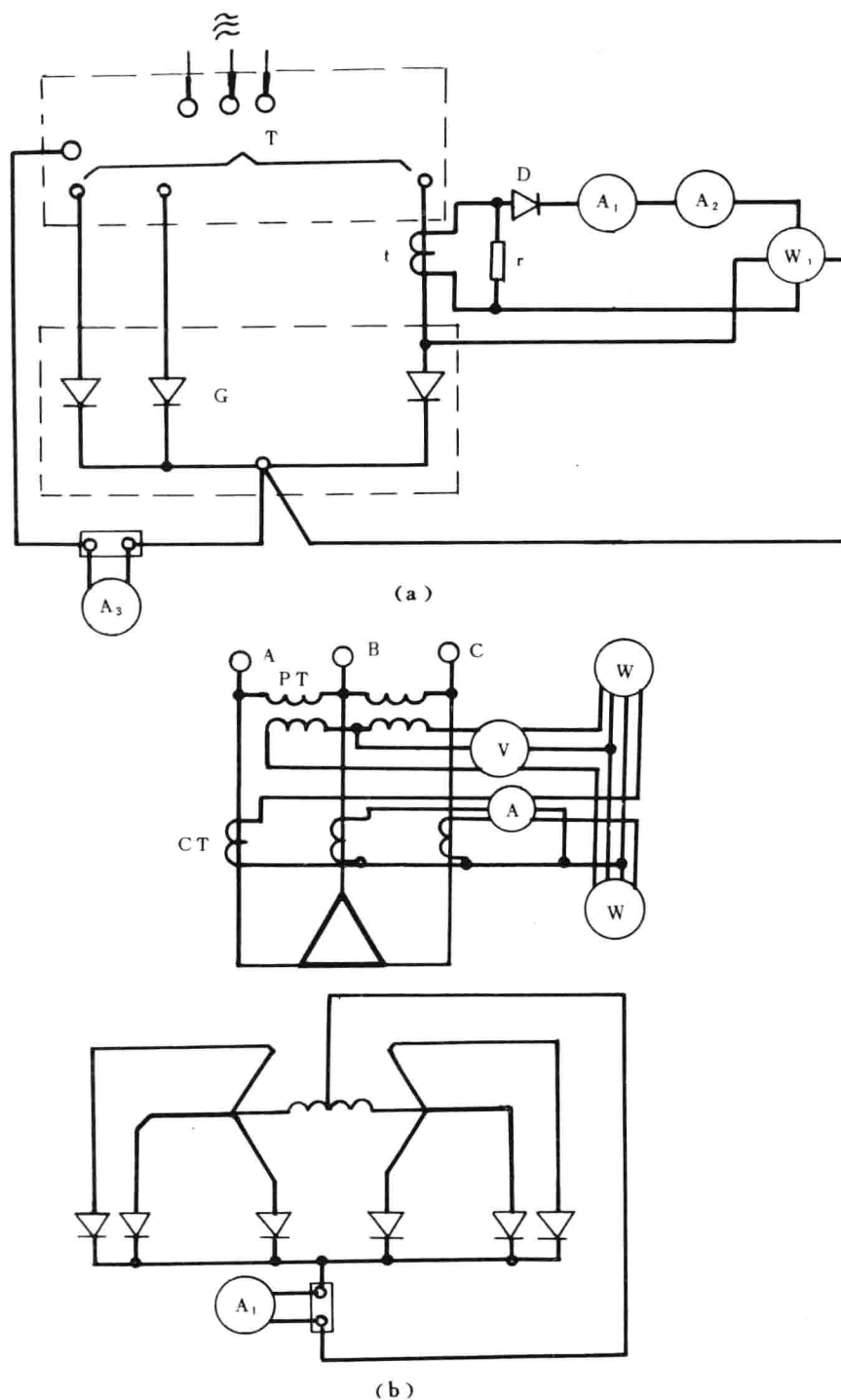


图 2 多相单拍联结整流装置损耗测定

(a) 待测损耗不包括变压器损耗；(b) 待测损耗包括变压器损耗

图中：R —— 有 n 个臂的受试整流堆或装置；

T ——按合同要求规定的整流变压器或与其等效的低压试验变压器。

t ——电流互感器。其一次与二次的电流比为 a ，当二次施加 $10U_F$ 的正弦电压（该电压应低于使互感器励磁电流开始增加的电压值），一次侧开路时的磁化电流 i_m 不能超过 $0.02I_p/a_0$ 。此外， I_p 为损耗测量时的一次电流平均值；

D ——半导体二极管，其联结的极性使 t 的一次和二次直流分量彼此相反，该二极管在 $15U_F$ 的反向电压下，其反向电流应小到可以忽略不计（ U_F 为D的正向压降，约为 $0.5\sim 1V$ ）；

r ——电阻器，其阻值大致等于 $10U_F/i_m$ ；

W ——低压瓦特表（电流线圈电阻小于 $r/1000$ ）；

A₁ ——交流电流表（指示方均根值）；

A₂ ——直流电流表（指示平均值）；

A₃ ——直流电流表（指示平均值）；

I₁ ——表示电流表A₁指示的方均根电流；

I₂ ——表示电流表A₂指示的平均电流；

I₃ ——表示电流表A₃指示堆或装置直流电流；

P ——表示功率表W指示的功率。

电流表A₂和A₃读数之间的关系应予校对，借以检验臂电流的测量结果。

当R的额定电流较小而可用A₁、A₂、W直接测量时，则t、D、r均可省略。

在平均臂电流 $I_2 = I_{dN}/n$ 及 $I_2 = KI_{dN}/n$ 下进行两次测量，此处：

n ——表示堆或装置的整流臂数；

K ——一系数，对 120° 导电角的多相电路而言， $K = \sqrt{3}/f$ ；对 60° 导电角的多相电路而言，

$$K = \sqrt{6}/f; \text{ 其中, } f = I_1/I_2。$$

以P₁和P₂表示当平均臂电流 $I_2 = I_{dN}/n$ 及 $I_2 = KI_{dN}/n$ 时功率表W的读数，则在整流堆或装置额定直流电流 I_d 下的损耗功率为：

$$P = n \cdot a \left(\frac{K+1}{K} P_2 - K P_1 \right)$$

如果制造厂保证整流堆或装置中各臂基本一致，则允许只在两个臂上进行试验，取其平均值即可。此时，两臂之一应靠近装置的外侧，且两臂不应相差 180° 电角度，也不得位于平衡电抗器的同侧。

f. 方法VI：如果一台整流装置可以与另一台等等的装置构成一双拍联结，则损耗功率的测量可按方法I、II或III进行。

当两台整流装置连接起来成为一个双拍联结时，必须考虑联结母线中的损耗功率。

2.1.3.2 晶闸管整流器短路损耗功率的测定

在用户与制造厂取得协议，或者当晶闸管变流器的运行条件在短路损耗方面与二极管整流器没有显著差异时，可按2.1.3.1二极管整流器短路损耗功率的测定方法进行。试验时应使变流器在整流状态下作短路运行。

短接电路应包括一个电感，其数值足以使直流电流上所叠加的纹波电流与待测效率的负载条件下所预期的纹波电流大致相等。为了保证足够的电压以维持晶闸管处于导通状态。有时必须保留一个低值电阻。试验应在对应于待测效率的直流电流下进行。如果要在规定运行条件下测定晶闸管整流器的短路损耗，试验时，交流电压和相位控制应适当结合，以保证在试验过程中出现的重叠角大致等于待测量效率的负载条件下预期重叠角。

试验时，必须由独立的电源以额定电压给辅助装置和触发装置供电，这些装置所消耗的功率不应计算在短路损耗功率之内。

整流器的短路损耗功率由短路试验时交流电源供给的功率减去整流变压器（如有）铁芯损耗功率和对应于直流电压平均值的损耗而得。

2.2 整流站（所）的站（所）效率测定