

■ 建筑工程常用公式与数据速查手册系列丛书

# 电气工程常用公式与 数据速查手册

DIANQI GONGCHENG CHANGYONG GONGSHI YU  
SHUJU SUCHA SHOUCHE

石敬炜 主编



知识产权出版社

全国百佳图书出版单位

■ 建筑工程常用公式与数据速查手册系列丛书

# 电气工程常用公式与 数据速查手册

DIANQI GONGCHENG CHANGYONG GONGSHI YU  
SHUJU SUCHA SHOUCHE

石敬炜 主编



知识产权出版社

全国百佳图书出版单位

## 图书在版编目 (CIP) 数据

电气工程常用公式与数据速查手册/石敬炜主编. —北京:知识产权出版社, 2015. 1  
(建筑工程常用公式与数据速查手册系列丛书)

ISBN 978-7-5130-3053-3

I. ①电… II. ①石… III. ①房屋建筑设备—电气设备—技术手册 IV. ①TU85-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 229589 号

责任编辑: 刘爽 祝元志  
封面设计: 杨晓霞

责任校对: 谷洋  
责任出版: 刘译文

## 电气工程常用公式与数据速查手册

石敬炜 主编

出版发行: 知识产权出版社 有限责任公司

社址: 北京市海淀区马甸南村 1 号

责编电话: 010-82000860 转 8513

发行电话: 010-82000860 转 8101/8102

印刷: 保定市中国画美凯印刷有限公司

开本: 787mm×1092mm 1/16

版次: 2015 年 1 月第 1 版

字数: 240 千字

网 址: <http://www.ipph.cn>

邮 编: 100088

责编邮箱: [liushuang@cnipr.com](mailto:liushuang@cnipr.com)

发行传真: 010-82005070/82000893

经 销: 各大网上书店、新华书店及相关销售网点

印 张: 11.75

印 次: 2015 年 1 月第 1 次印刷

定 价: 38.00 元

ISBN 978-7-5130-3053-3

出版权专有 侵权必究

如有印装质量问题, 本社负责调换。

## 本书编写组

主 编 石敬炜

参 编 于 涛 王丽娟 成育芳 刘艳君  
孙丽娜 何 影 李春娜 张立国  
张 军 赵 慧 陶红梅 夏 欣

# 前 言

建筑电气，从广义上讲是以建筑为平台、以电气技术为手段、在有限空间内创造人性化生活环境的一门应用学科；从狭义上讲，在建筑中，利用现代先进的科学理论及电气技术（含电力技术、信息技术以及智能化技术等），创造一个人性化生活环境的电气系统，统称建筑电气。其作用是服务于建筑内人们的工作、生活、学习、娱乐、安全等。随着社会的进步和经济的飞速发展，电气工程已经是近代科学技术的一个重要领域，在现代工业、农业、国防、科技以及人民生活中应用最为广泛，与个人的切身利益息息相关，其理论、方法、工艺和产品也正在日新月异地变化着、发展着。

电气工程设计人员除了要有优良的设计理念之外，还应该有丰富的设计、技术、安全等工作经验，掌握大量电气工程常用的计算公式及数据，但由于资料庞杂，搜集和查询工作具有相当的难度。

基于以上原因，广大电气工程设计人员迫切需要一本系统、全面、有效地囊括电气工程常用计算公式与数据的工具书作为参考。因此，我们组织相关技术人员，依据国家最新颁布的《民用建筑电气设计规范》（JGJ 16—2008）、《供配电系统设计规范》（GB 50052—2009）、《建筑照明设计标准》（GB 50034—2013）、《建筑物防雷设计规范》（GB 50057—2010）等标准规范，编写了此书。

本书共分为六章，包括：电气工程常用计算公式、供配电常用计算公式、电气设备常用计算公式、建筑照明常用计算公式、民用建筑物防雷常用计算公式、接地接零常用计算公式等。本书对规范公式的重新编排，主要包括参数的含义、上下限标识、公式相关性等。重新编排后计算公式的相关内容一目了然，方便设计、施工人员查阅，亦可用于相关专业师生参考。

本书编写过程参阅了大量文献资料，并得到有关领导和专家的指导，在此一并致谢。限于编者的学识和经验，书中疏漏未尽之处难免，恳请广大读者和专家批评指正。

**编 者**

2014.05

# 目 录

<b>1 电气工程常用计算公式</b> .....	1
1.1 公式速查.....	2
1.1.1 正弦交流电基本量的计算.....	2
1.1.2 电磁透入深度的计算.....	2
1.1.3 矩形截面张丝的反作用力矩的计算.....	3
1.1.4 电能表与互感器的合成倍率计算.....	3
1.1.5 分流电阻的计算.....	3
1.1.6 附加电阻的计算.....	4
1.2 数据速查.....	4
1.2.1 常用电工计算公式.....	4
1.2.2 1kV 以下电气设备的额定电压 .....	6
1.2.3 1kV 以上三相交流系统额定电压 .....	7
1.2.4 一般中频工业电气设备的额定电压.....	8
1.2.5 一般工业电气设备单相和三相交流频率额定频率.....	8
1.2.6 常用交流高压电器的额定电流.....	9
1.2.7 常用低压电器的额定电流 .....	10
1.2.8 常用弹性材料性能 .....	10
1.2.9 常用导体材料的电性能 .....	10
1.2.10 常用绝缘材料的电性能.....	11
1.2.11 部分固体材料的机械性能.....	13
1.2.12 部分液体材料的性能.....	14
1.2.13 部分气体材料的性能.....	15
<b>2 供配电常用计算公式</b> .....	17
2.1 公式速查 .....	18
2.1.1 需要系数法确定计算负荷 .....	18
2.1.2 并联电力电容器功率因数的计算 .....	18
2.1.3 并联电力电容器补偿容量的计算 .....	19
2.1.4 并联电容器个数选择的计算 .....	19
2.1.5 电动机就地无功补偿容量的计算 .....	20

2.1.6	敷设在空气中和土壤中的电缆允许载流量的计算	21
2.1.7	除空气、土壤以外的其他环境温度下载流量的校正系数的计算	21
2.1.8	固体绝缘电缆导体允许最小截面的计算	21
2.1.9	自容式充油电缆导体允许最小截面的计算	23
2.2	数据速查	24
2.2.1	负荷分级及供电要求	24
2.2.2	常用用电负荷分级	24
2.2.3	机械工厂的负荷分级	27
2.2.4	建筑消防用电设备的负荷分级	29
2.2.5	住宅建筑主要用电负荷的分级	29
2.2.6	各级电压线路输送能力	29
2.2.7	用电设备端子电压偏差允许值	30
2.2.8	公用电网谐波电压(相电压)	30
2.2.9	注入公共连接点的谐波电流允许值	31
2.2.10	民用建筑用电设备组的需要系数及自然功率因数表	31
2.2.11	工厂用电设备组的需要系数及自然功率因数表	32
2.2.12	旅游宾馆的需要系数及自然平均功率因数表	34
2.2.13	住宅建筑用电负荷需要系数	34
2.2.14	照明用电负荷需要系数	35
2.2.15	照明用电设备的 $\cos\varphi$ 及 $\tan\varphi$	35
2.2.16	照明用电设备的 $\cos\varphi$ 与 $\tan\varphi$ 、 $\sin\varphi$ 对应值	35
2.2.17	利用系数法确定计算负荷	37
2.2.18	多组用电设备的计算负荷	37
2.2.19	工厂用电设备组的利用系数及功率因数	37
2.2.20	用电设备组的附加系数	38
2.2.21	电动机单机补偿容量	39
2.2.22	三相电动机最大补偿容量	39
2.2.23	Y系列 380V 三相异步电动机就地补偿电容器容量	40
2.2.24	无功功率补偿率 $q_c$ 表	41
2.2.25	1~3kV 油纸、聚氯乙烯绝缘电缆空气中敷设时允许载流量	42
2.2.26	1~3kV 油纸、聚氯乙烯绝缘电缆直埋敷设时允许载流量	43
2.2.27	1~3kV 交联聚乙烯绝缘电缆空气中敷设时允许载流量	44
2.2.28	1~3kV 交联聚乙烯绝缘电缆直埋敷设时允许载流量	44
2.2.29	6kV 三芯电力电缆空气中敷设时允许载流量	45
2.2.30	6kV 三芯电力电缆直埋敷设时允许载流量	46



2.2.31	10kV 三芯电力电缆允许载流量 .....	47
2.2.32	35kV 及以下电缆在不同环境温度时的载流量校正系数 .....	47
2.2.33	不同土壤热阻系数时电缆载流量的校正系数 .....	48
2.2.34	土中直埋多根并行敷设时电缆载流量校正系数 .....	48
2.2.35	空气中单层多根并行敷设时电缆载流量的校正系数 .....	48
2.2.36	电缆桥架上无间距配置多层并列电缆载流量的校正系数 .....	49
2.2.37	1~6kV 电缆户外明敷无遮阳时载流量的校正系数 .....	49
2.2.38	短路的基本形式 .....	49
2.2.39	需要确定的短路电流及计算目的 .....	50
2.2.40	高压电网三相对称短路电流的标么值法 .....	51
2.2.41	三相线路电线电缆单位长度每相阻抗值 .....	52
2.2.42	低压短路回路各元件的（正序）阻抗值计算公式 .....	53
2.2.43	低压铜母线单位长度每相阻抗及相线——中性线阻抗值 .....	54
2.2.44	低压密集绝缘铜母线槽单位长度每相阻抗及相线——中性线阻 抗值 .....	55
2.2.45	低压铜芯电线电缆单位长度相线——中性线阻抗值 .....	55
2.2.46	短路电流的计算步骤及公式 .....	56
2.2.47	接地故障回路各元件的相线——保护线阻抗值 .....	56
2.2.48	变压器低压侧短路时折算到高压侧穿越电流的换算关系 .....	57
2.2.49	10kV 铜芯交联聚乙烯电缆短路电流选择表 .....	58
2.2.50	6kV 铜芯交联聚乙烯电缆短路电流选择表 .....	59
2.2.51	低压铜芯交联聚乙烯电缆短路电流选择表 .....	60
2.2.52	变压器低压出口处短路电流速查表 .....	72
2.2.53	低压封闭式铜母线短路电流选择表 .....	73
<b>3</b>	<b>电气设备常用计算公式 .....</b>	<b>81</b>
3.1	公式速查 .....	82
3.1.1	熔断器熔丝电流的选择计算 .....	82
3.1.2	照明用空气断路器的整定电流计算 .....	82
3.1.3	热继电器型号规格的选择与计算 .....	82
3.1.4	热继电器元件编号和额定电流的选择与计算 .....	82
3.1.5	热继电器返回时间的选择与计算 .....	83
3.1.6	流过接触器主触点的电流的计算 .....	83
3.2	数据速查 .....	83
3.2.1	照明用空气断路器的动作特性 .....	83
3.2.2	各种电压等级断路器的机械荷载允许值速查 .....	83

3.2.3	常用高压少油断路器技术参数速查	84
3.2.4	常用交流高压多油断路器技术参数速查	84
3.2.5	高压真空断路器、真空接触器技术数据	85
3.2.6	直流电磁操纵机构技术数据	85
3.2.7	GN 系列高压户内隔离开关技术数据	85
3.2.8	GW 系列高压户外隔离开关技术数据	87
3.2.9	高压负荷开关的技术数据	88
3.2.10	高压开关柜的分类及特点	88
3.2.11	高压电器最高工作电压及在不同环境温度下的允许最大电流	89
3.2.12	选择导体和电器的环境温度	90
3.2.13	低压电气设备的分类与用途	90
3.2.14	220/380V 单相及三相线路埋地、沿墙敷设 穿管电线的漏电电流	91
3.2.15	电动机的漏电电流	92
3.2.16	双绕组变压器常用的联结组别	92
3.2.17	各类变压器性能比较	93
3.2.18	电力线路熔体选择计算系数	93
3.2.19	照明线路熔体选择计算系数	94
3.2.20	常用熔断器的额定电流与熔体电流的关系	94
3.2.21	低压断路器用途分类	95
3.2.22	国际上常用的低压断路器额定值	96
3.2.23	熔断器与断路器选择性配合	96
3.2.24	CJ20 系列交流接触器技术参数	97
3.2.25	B 系列交流接触器技术参数	97
3.2.26	OKYM (ABB) 型交流接触器技术参数	98
3.2.27	JR16 系列热继电器技术参数	99
3.2.28	JR20 系列热继电器技术参数	99
3.2.29	T 系列热继电器技术参数	101
3.2.30	不同调速形式电梯主要技术指标	102
<b>4</b>	<b>建筑照明常用计算公式</b>	<b>105</b>
4.1	公式速查	106
4.1.1	体育场馆眩光值的计算	106
4.1.2	室内照明场所统一眩光值的计算	106
4.2	数据速查	108
4.2.1	位置指数表	108

4.2.2	直管形荧光灯灯具的效率·····	109
4.2.3	紧凑型荧光灯筒灯灯具的效率·····	109
4.2.4	小功率金属卤化物灯筒灯灯具的效率·····	109
4.2.5	高强度气体放电灯灯具的效率·····	110
4.2.6	发光二极管筒灯灯具的效能·····	110
4.2.7	发光二极管平面灯灯具的效能·····	110
4.2.8	作业面邻近周围照度·····	110
4.2.9	照明设计的维护系数·····	111
4.2.10	直接型灯具的遮光角·····	111
4.2.11	灯具平均亮度限值·····	111
4.2.12	光源色表特征及适用场所·····	111
4.2.13	工作房间内表面反射比·····	112
4.2.14	住宅建筑照明标准值·····	112
4.2.15	其他居住建筑照明标准值·····	112
4.2.16	图书馆建筑照明标准值·····	113
4.2.17	办公建筑照明标准值·····	113
4.2.18	商店建筑照明标准值·····	113
4.2.19	观演建筑照明标准值·····	114
4.2.20	旅馆建筑照明标准值·····	114
4.2.21	医疗建筑照明标准值·····	115
4.2.22	教育建筑照明标准值·····	116
4.2.23	美术馆建筑照明标准值·····	116
4.2.24	科技馆建筑照明标准值·····	117
4.2.25	博物馆建筑陈列室展品照度标准值及年曝光量限值·····	117
4.2.26	博物馆建筑其他场所照明标准值·····	117
4.2.27	会展建筑照明标准值·····	118
4.2.28	交通建筑照明标准值·····	118
4.2.29	金融建筑照明标准值·····	119
4.2.30	无电视转播的体育建筑照明标准值·····	120
4.2.31	有电视转播的体育建筑照明标准值·····	121
4.2.32	工业建筑一般照明标准值·····	122
4.2.33	公共和工业建筑通用房间或场所照明标准值·····	127
4.2.34	住宅建筑每户照明功率密度限值·····	128
4.2.35	图书馆建筑照明功率密度限值·····	129

4.2.36	办公建筑和其他类型建筑中具有办公用途场所 照明功率密度限值 .....	129
4.2.37	商店建筑照明功率密度限值 .....	129
4.2.38	旅馆建筑照明功率密度限值 .....	130
4.2.39	医疗建筑照明功率密度限值 .....	130
4.2.40	教育建筑照明功率密度限值 .....	130
4.2.41	美术馆建筑照明功率密度限值 .....	131
4.2.42	科技馆建筑照明功率密度限值 .....	131
4.2.43	博物馆建筑照明功率密度限值 .....	131
4.2.44	会展建筑照明功率密度限值 .....	132
4.2.45	交通建筑照明功率密度限值 .....	132
4.2.46	金融建筑照明功率密度限值 .....	132
4.2.47	工业建筑非爆炸危险场所照明功率密度限值 .....	133
4.2.48	公共和工业建筑非爆炸危险场所通用房间或场所 照明功率密度限值 .....	134
<b>5</b>	<b>民用建筑物防雷常用计算公式 .....</b>	<b>137</b>
5.1	公式速查 .....	138
5.1.1	建筑物年预计雷击次数的计算 .....	138
5.1.2	独立接闪杆和架空接闪线或网的支柱及其接地装置至被保护建筑物 及其有联系的管道、电缆等金属物之间的间隔距离的计算 .....	138
5.1.3	架空接闪线至屋面和各种突出屋面的风帽、放散管等物体之间的 间隔距离的计算 .....	139
5.1.4	架空接闪网至屋面和各种突出屋面的风帽、放散管等物体之间的 间隔距离的计算 .....	139
5.1.5	外部防雷的环形接地体引下线补加长度的计算 .....	140
5.1.6	电涌保护器每一保护模式冲击电流值的计算 .....	141
5.1.7	共用接地装置引下线补加长度的计算 .....	141
5.1.8	防雷等电位连接各连接部件单根导体的最小截面的计算 .....	143
5.1.9	接地装置冲击接地电阻与工频接地电阻的换算 .....	143
5.1.10	接地体有效长度的计算 .....	144
5.1.11	无屏蔽时产生的无衰减磁场强度的计算 .....	144
5.1.12	格栅形大空间屏蔽内的磁场强度的计算 .....	145
5.1.13	LPZ1 区内安全空间内某点的磁场强度的计算 .....	146
5.1.14	LPZ1 区内环路开路最大感应电压和电流的计算 .....	146
5.1.15	无屏蔽线路构成的环路开路最大感应电压和电流的计算 .....	147

5.1.16	电缆从户外进入户内的屏蔽层截面积的计算	149
5.2	数据速查	149
5.2.1	建筑物的防雷分级	149
5.2.2	有管帽的管口外处于接闪器保护范围内的空间	151
5.2.3	第二类防雷建筑物环形人工基础接地体的最小规格尺寸	151
5.2.4	第三类防雷建筑物环形人工基础接地体的最小规格尺寸	151
5.2.5	防雷装置的材料及使用条件	152
5.2.6	防雷装置各连接部件的最小截面	152
5.2.7	接闪线(带)、接闪杆和引下线的材料、结构与最小截面	153
5.2.8	避雷针的直径	154
5.2.9	避雷网、避雷带及烟囱顶上的避雷环规格	154
5.2.10	明敷接闪导体和引下线固定支架的间距	154
5.2.11	接闪器布置	154
5.2.12	接地体的材料、结构和最小尺寸	155
5.2.13	首次正极性雷击的雷电流参量	156
5.2.14	首次负极性雷击的雷电流参量	156
5.2.15	首次负极性以后雷击的雷电流参量	156
5.2.16	格栅形大空间屏蔽的屏蔽系数	157
5.2.17	与最大雷电流对应的滚球半径	157
5.2.18	长时间雷击的雷电流参量	157
5.2.19	建筑物内 220/380V 配电系统中设备绝缘耐冲击电压额定值	158
5.2.20	按屏蔽层敷设条件确定的线路长度	158
5.2.21	设备的耐冲击电压额定值	158
5.2.22	电缆绝缘的耐冲击电压额定值	158
5.2.23	电涌保护器取决于系统特征所要求的最大持续运行电压最小值	159
5.2.24	阀型避雷器主要技术参数	159
5.2.25	管型避雷器主要技术参数	160
5.2.26	避雷器特点和主要用途	160
6	接地接零常用计算公式	161
6.1	公式速查	162
6.1.1	工频电流场接地电阻的计算	162
6.1.2	不同形状水平接地体接地电阻的计算	162
6.1.3	基础接地电阻的计算	162
6.1.4	放射形负荷接地体接地电阻的计算	163
6.1.5	环形复合接地体的接地电阻	163

6.1.6	接地板的接地电阻	163
6.1.7	保护接零计算	163
6.1.8	实测土壤电阻率的计算	164
6.1.9	冲击接地电阻的计算	164
6.2	数据速查	165
6.2.1	低压配电系统接地方式与应用	165
6.2.2	接地极的最小尺寸	166
6.2.3	埋在土壤中的接地导体的最小截面积	167
6.2.4	保护导体的最小截面积	167
6.2.5	人工接地体规格表	167
6.2.6	型钢的等效直径	167
6.2.7	单根垂直接地体的简化计算系数 $K$ 值	168
6.2.8	人工接地装置工频接地电阻值	168
6.2.9	接地体的工频接地电阻与冲击接地电阻的比值	169
6.2.10	各种土壤的电阻率	169
6.2.11	实测土壤电阻率的修正系数 $\psi$	170
6.2.12	直埋铠装电力电缆金属外皮的接地电阻	170
6.2.13	直埋金属水管的接地电阻	171
6.2.14	钢筋混凝土电杆接地电阻估算值	171
6.2.15	直线水平接地体的电阻值	171
	主要参考文献	172

*1*

# 电气工程常用计算公式

## 1.1 公式速查

### 1.1.1 正弦交流电基本量的计算

正弦交流电的波形如图 1-1 所示。电流瞬时值  $i$  的表达式为：

$$i = I_m \sin(\omega t + \psi)$$

$$\omega = 2\pi f$$

$$f = 1/T$$

式中  $i$ ——电流瞬时值 (A)；

$I_m$ ——电流的最大值 (A)；

$\omega$ ——角频率 (rad/s)；

$f$ ——频率 (Hz)；

$T$ ——周期 (s)；

$\psi$ ——初相角 (rad)；

$t$ ——时间 (s)。

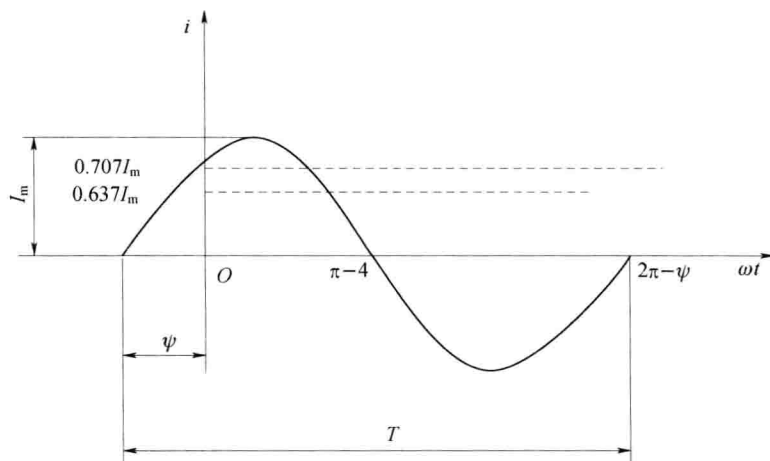


图 1-1 正弦交流电的波形

### 1.1.2 电磁透入深度的计算

所谓电磁波在导电媒质中的透入深度是这样规定的：波的振幅衰减到原值的  $1/e = 1/2.718 \approx 36.8\%$  时所穿行的距离，用符号  $\delta$  表示：

$$\delta = \sqrt{\frac{2}{\omega \mu \gamma}} = \frac{1}{\sqrt{\pi f \mu \gamma}}$$

式中  $\delta$ ——透入深度 (m)；



$f$ ——频率 (Hz);  
 $\mu$ ——磁导率 ( $\text{H} \cdot \text{m}^{-1}$ );  
 $\gamma$ ——电导率 ( $\text{S} \cdot \text{m}^{-1}$ )。

### 1.1.3 矩形截面张丝的反作用力矩的计算

矩形截面张丝的反作用力矩的计算:

$$M_a = \frac{bh^3 G \alpha}{3L} + \frac{b^2 F \alpha}{12L} + \frac{b^3 h E \alpha^2}{360L} = \frac{kh^4 G \alpha}{3L} + \frac{k^3 h^4 \sigma_F \alpha}{12L} + \frac{k^5 h^6 E \alpha^2}{360L}$$

式中  $M_a$ ——张丝的反作用力矩 ( $\text{mN} \cdot \text{cm}/90^\circ$ );

$G$ ——材料的切变模量 ( $\text{mN}/\text{cm}^2$ )  $1\text{MPa} = 10^5 \text{mN}/\text{cm}^2$ , 下同;

$b, h, L$ ——张丝宽度、厚度和长度 (cm);

$\alpha$ ——扭转角度 (rad);

$E$ ——弹性模量 ( $\text{mN}/\text{cm}^2$ ), (见表 1-8);

$F$ ——工作张力 (mN);

$\sigma_F$ ——张丝的拉应力 ( $\text{mN}/\text{cm}$ ), 一般取拉伸强度  $\sigma_B$  的 20%~25%;

$k$ ——张丝的宽厚比, 即  $k = b/h$ , 一般取 10~20。

### 1.1.4 电能表与互感器的合成倍率计算

当线路配备的电压互感器与电流互感器的比率与电能表铭牌不同时, 可用下式计算合成倍率 (或称实用倍率)  $K$ :

$$K = \frac{K_{TA} K_{TV} K_j}{K_{TAe} K_{TVe}}$$

式中  $K_{TA}, K_{TV}$ ——实际使用的电流互感器和电压互感器的变比;

$K_{TAe}, K_{TVe}$ ——电能表铭牌上规定的电流互感器和电压互感器的变比, 铭牌上没有标注电流、电压互感器的额定变比, 则  $K_{TAe} = K_{TVe} = 1$ ;

$K_j$ ——计能器倍率, 即读数盘方框上的倍数, 没有标注计能器倍率的电能表, 其  $K_j = 1$ 。

### 1.1.5 分流电阻的计算

为了扩大直流电流表的测量范围, 可在直流表并联一分流电阻, 这个电阻叫分流器, 见图 1-2。

分流电阻  $R_s$  可按下式计算:

$$R_s = \frac{R_a}{K-1}$$

$$K = \frac{I}{I_a} = \frac{R_a + R_s}{R_s}$$

式中  $R_a$ ——电流表内阻 ( $\Omega$ );

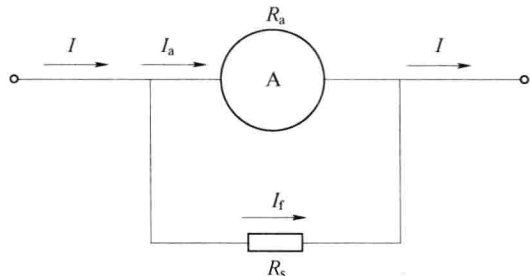


图 1-2 直流电流表分流电阻接线图