

冶金电气调整手册

上册

第二冶金建设公司编

冶金工业出版社

本手册分上下两册出版。

上册主要内容是工业企业供电。包括变配电设备、绝缘与继电保护；各种半导体器件，逻辑控制、调节放大与检测元件，可控硅及其触发线路；各种交直流电机和一般电气传动装置的试验调整。

下册主要内容是：同步电动机、高炉上料系统、电弧炉、热轧机主副传动、水银整流和离子传动、矿山电铲和高频电气系统的试验调整。

《手册》着重介绍调整试验方法和要求，对一些基本元件和电控线路原理、计算，也作了一定的分析和说明。

《手册》适用于冶金企业中从事电气调整试验的工人和技术人员，可供其他部门有关人员参考。

冶金电气调整手册

上册

第二冶金建设公司编

（只限国内发行）

冶金工业出版社出版

新华书店北京发行所发行

冶金工业出版社印刷厂印刷

850×1168 1/32 印张 22 1/2 字数 787 千字

1975年3月第一版 1975年3月第一次印刷

印数00,001~18,100册

统一书号：15062·3099 定价（科三）2.50元

毛主席语录

领导我们事业的核心力量是中国共产党。

指导我们思想的理论基础是马克思列宁主义。

路线是个纲，纲举目张。

鼓足干劲，力争上游，多快好省地建设社会主义。

抓革命，促生产，促工作，促战备。

要认真总结经验。

出 版 说 明

在毛主席无产阶级革命路线指引下，在批林批孔运动推动下，我国冶金工业战线广大革命职工，高举“鞍钢宪法”的光辉旗帜，认真落实党的十大提出的各项战斗任务，以党的基本路线为纲，抓革命，促生产，进一步发展了冶金工业的大好形势。

为了适应冶金工业建设的更大发展，根据冶金企业电气调整工作的实际需要，我们组织编写了这本《冶金电气调整手册》。本书分上、下两册出版，供冶金战线上广大电气调整工作人员参考。

《手册》初稿完成以后，又经第一冶金建设公司、鞍钢基建公司、第六冶金建设公司、第七冶金建设公司、太钢基建指挥部、第二十冶金建设公司、冶金部建筑研究院、包头钢铁公司、包头钢铁设计院等单位进行审查。审查中，各单位对原稿不妥之处提出了意见，然后又进一步作了修改和补充，成为现在的这本《手册》。参加审查的各位同志，为《手册》的定稿作了许多工作，对此表示感谢。

对于《手册》中的缺点和错误，欢迎读者批评指正。

一九七四年六月

31662

目 录

第一章 一般规定	1
1—1 关于电气调整工作	1
1—2 调整试验中的一般要求	2
1—3 通电试车中的一般要求	3
一、通电试车前的一般准备工作	3
二、试车中应注意的事项	4
1—4 电机和电器的温升规定	6
一、电机的温升	7
二、低压电器的温升	9
三、高压电器的温升	10
四、电力变压器和电力电缆的温升	13
五、关于发热试验和温度的测量	13
1—5 电气调整工作中的安全要求	17
一、一般安全要求	17
二、高压试验中的安全要求	19
第二章 绝缘及其试验方法	21
2—1 绝缘体的电特性及各种绝缘试验的意义	21
一、电阻率和绝缘电阻	21
二、介质常数和电容比	23
三、介质损失角	25
四、绝缘强度或击穿强度	27
五、关于绝缘试验	30
2—2 绝缘电阻和吸收比的测量	31
一、使用摇表测量绝缘电阻的一般方法	31
二、蓄电池的绝缘电阻的测量方法	33
三、大型电机轴承的绝缘检查方法	33
四、关于吸收比反映A级和B级绝缘局部缺陷及其受潮程度的作用	34
五、关于绝缘电阻的温度换算	35
2—3 直流耐压和漏泄电流的测量	35

一、两种基本试验接线的比较	37
二、关于高压整流管及其使用	41
三、稳压电容器的接入及其作用	42
四、操作方法和应注意的事项	45
五、关于直流耐压试验	48
2—4 交流工频耐压试验	49
一、几种基本的接线方法	49
二、关于高压侧电压的测量	50
三、关于保护电阻及其作用	56
四、关于调压设备及试验变压器容量的选择	57
五、操作方法和应注意的事项	58
2—5 介质损失角的测量	60
一、交流电桥法	60
二、低力率瓦特表法	62
三、电气设备和绝缘油介质损失角的测量方法	63
四、一般注意事项	68
五、关于介质损失角的温度换算	68
2—6 电容比的测量	71
一、电容—温度法	71
二、电容—频率法	71
三、关于电容比法反映纤维绝缘和云母绝缘的效能	73
第三章 变配电设备的试验	74
3—1 电力变压器	74
一、试验项目	74
二、试验标准	75
三、试验方法与要求	78
3—2 互感器	88
一、试验项目	88
二、试验标准	88
三、试验方法与要求	90
3—3 断路器和隔离开关	92
一、断路器试验项目	92
二、油断路器的试验标准	94
三、断路器的试验方法与要求	103
四、隔离开关	110

3—4	母线、绝缘子及套管	111
一、	母线	111
二、	支柱绝缘子和悬式绝缘子	112
三、	套管	112
3—5	阀型避雷器	114
一、	阀型避雷器的试验项目和标准	114
二、	一般检查和注意事项	115
3—6	干式电抗器	116
一、	干式电抗器的试验项目和标准	116
二、	一般检查	117
3—7	电力电容器	117
一、	试验项目	117
二、	试验标准	117
三、	试验中应注意事项	118
3—8	变压器油	118
一、	变压器油的标准	118
二、	油样的采取	120
三、	试验方法与要求	120
3—9	油浸纸绝缘电力电缆	122
一、	油浸纸绝缘电力电缆的试验项目和标准	122
二、	注意事项	123
3—10	电力线路及1千伏以下配电装置	124
一、	1千伏以上架空输电线路	124
二、	1千伏以下电力线路及配电装置	124
3—11	蓄电池及其充放电	125
一、	蓄电池的交接试验项目和标准	125
二、	蓄电池初充电	126
三、	蓄电池放电和再充电	128
四、	放电方法	129
3—12	接地装置	129
一、	各类型接地装置的接地电阻标准	129
二、	接地电阻的测量方法	131
3—13	复式整流装置	132
一、	概述	132
二、	复式整流装置的调整	135

三、变电所用的复式整流装置实例	138
第四章 旋转电机及其试验	143
4—1 交流电动机	143
一、试验项目	143
二、一般性检查及其要求	143
三、试验方法及其要求	144
4—2 直流电机	150
一、试验项目	150
二、一般性检查及其要求	150
三、试验方法及其要求	151
4—3 电机放大机	165
一、电机放大机的工作原理和基本要求	165
二、交磁放大机的静特性	168
三、交磁放大机的惯性	172
四、电机放大机的试验与调整	174
五、技术数据	178
4—4 测速发电机	182
一、测速发电机的特性和主要要求	182
二、测速发电机的试验	184
三、技术数据	184
4—5 自整角机	188
一、自整角机的简单原理和基本特性	188
二、自整角机的试验	193
三、技术数据	195
第五章 电磁控制元件及其试验	204
5—1 磁性元件	204
一、磁放大器和磁继电器	204
二、直流互感器	227
5—2 稳压元件	231
一、气体放电稳压管	231
二、电磁稳压器	233
5—3 热继电器	239
一、热继电器及其检查	239
二、热元件选择表	242
5—4 一般电磁控制元件	245

一、概述	245
二、检查与试验	246
5—5 控制开关	260
一、凸轮可调式行程开关	260
二、其他控制开关	263
三、平板控制器	263
四、离心开关	266
第六章 半导体器件	268
6—1 半导体整流器与二极管	268
一、半导体整流器与二极管的伏安特性	268
二、半导体的基本单元: $P-N$ 结	268
三、半导体二极管	269
四、整流器与二极管的试验	270
五、基本参数与注意事项	274
六、技术数据	275
6—2 稳压二极管	282
一、稳压管的工作特性及其应用	282
二、使用中应注意的问题	284
三、技术数据	285
6—3 半导体三极管	286
一、三极管的简单构造	286
二、三极管的基本电路与参数	288
三、三极管开关工作的基本特性	291
四、各种因素对三极管参数的影响	293
五、三极管三个极的识别与检查	295
六、技术数据	296
6—4 单结晶体管	301
一、单结晶体管的构造与特性	301
二、技术数据	304
6—5 可控硅 (SCR) 元件	306
一、可控硅的基本原理	306
二、单向可控硅的特性	308
三、双向可控硅元件及其特性	309
四、技术数据	311
第七章 半导体逻辑元件	315

7-1 概述	315
一、布尔代数	315
二、半导体逻辑元件的特点及一般要求	320
7-2 “否”及“是”元件	321
一、否元件 F	321
二、射极跟随器 SG	326
7-3 “或”元件	328
一、或门 HM	328
二、或一否元件 $H-F$	329
三、或元件 H	330
四、或/或一否元件 $H/H-F$	330
7-4 “与”元件	332
一、与门 YM	332
二、或及与复合门	334
三、与一否元件 $Y-F$	335
四、与/与一否元件 $Y/Y-F$	337
五、禁止元件	338
7-5 记忆元件	339
一、用或一否元件组成记忆线路	339
二、记忆元件 HJ 、 YJ	340
三、双稳态触发器 SC	341
7-6 延时元件	347
一、或延时元件 HS	347
二、单稳态触发器 DC	349
三、多谐振荡器 DZ	355
四、长延时元件 CYS	358
7-7 整形元件	361
一、施密特触发器 SM	361
二、脉冲整形电路 MZ	363
7-8 其他元件	364
一、“与”停电记忆元件	364
二、微分门 WF	366
三、半加法器 BJ	367
四、光电开关 GK	368
7-9 半导体元件的检查、试验与有关要求	369

一、一般检查与要求	369
二、通电试验	370
三、使用中应注意的问题	371
四、LB1型元件的技术参数	372
第八章 半导体调节及检测元件	375
8-1 直流稳压器	375
一、JZW 型稳压器	375
二、WYB-12/2型直流稳压器	378
三、直流稳压器的试验及注意事项	381
8-2 开关放大器KF	383
一、带与门3瓦放大器 KF_Y-3W	383
二、带或门50瓦开关放大器	384
三、开关放大器的检查及技术数据	384
8-3 接近开关	388
一、JK-1型接近开关的基本原理	390
二、JK-1型接近开关的外形结构及其特性	391
三、使用中应注意的问题	393
8-4 电压、电流变换器	394
一、电压变换器	394
二、电流变换器	399
8-5 调节放大器	404
一、简单差动放大器	404
二、不带零线直流放大器	406
三、带零线直流放大器	409
8-6 RC电路	416
一、RC高通电路	416
二、RC低通电路	418
三、双T滤波器	419
8-7 PID调节器	420
一、调节器的频率特性	421
二、PID调节器基本单元	422
三、PID调节器	428
第九章 可控硅触发及整流线路	432
9-1 可控硅触发线路	432
一、带单结晶体管的触发线路	432

二、单个晶体管触发线路	435
三、用锯齿波移相控制的触发线路	438
四、正弦波带“尖峰”的触发线路	441
9—2 用于串并联可控硅触发线路	446
一、大功率输出的触发线路	446
二、多串并联可控硅触发线路	448
三、触发装置在串并联线路中的一些要求	452
9—3 可控硅整流电路基本电量及波形	454
一、可控硅整流电路的基本电量	454
二、单相半波整流电路	454
三、三相桥式整流电路	457
9—4 可逆整流电路	462
一、反并联接与交叉联接	462
二、逆变及 β 角	462
三、可逆整流工作过程	464
四、逆变的“颠覆”及最小使用 β 角	465
五、环流电流	467
六、有环流及无环流控制	468
9—5 可控硅的保护	471
一、过电流保护	471
二、过电压保护	474
三、均压保护	477
第十章 继电保护的选择和计算	479
10—1 短路电流计算	479
一、概述	479
二、相对单位制	479
三、高压电路各元件的电抗和电阻的标么值	480
四、短路电流的计算	481
10—2 电力变压器的保护	484
一、变压器内部故障和油位下降的保护装置——瓦斯保护	484
二、线圈中及引出线上短路的保护装置	485
三、由于外部短路引起的过电流保护	489
四、接地保护	491
五、由于过负载引起的过电流保护装置	492
六、特殊措施	493

10—3	3~10千伏架空及电缆线路的保护	493
一、	相间短路保护	493
二、	单相接地保护	496
10—4	静电电容器的保护	496
10—5	电动机的保护	498
一、	相间短路保护	498
二、	过载保护	501
三、	低电压保护	502
四、	单相接地保护	502
10—6	用高压熔断器的保护	503
第十一章 继电保护及系统自动装置的元件调整		504
11—1	一般检查及要求	504
一、	对试验设备及仪表的要求	504
二、	继电器的外部检查	504
三、	继电器机械部分的检查及调整	504
四、	绝缘检查	505
11—2	电流(电压)继电器	505
一、	电磁型电流(电压)继电器	505
二、	感应型电流继电器	507
11—3	差动继电器	509
一、	DC-11型差流继电器	509
二、	BCH-2型差动继电器	513
11—4	功率与周波继电器	522
一、	功率方向继电器	522
二、	低周波继电器	525
11—5	其他几种继电器	528
一、	时间继电器	528
二、	中间继电器和信号继电器	530
三、	重合闸继电器	530
四、	瓦斯继电器	532
五、	冲击继电器	534
11—6	电流脱扣器和速饱和变流器	535
一、	机械部分的检查和调整	535
二、	瞬时动作的电流脱扣器	535
三、	延时动作的电流脱扣器(T1-2型)	537

四、由中间饱和变流器供电的电流脱扣器	533
第十二章 继电保护及系统自动装置的系统调整	541
12—1 二次回路的检查与系统空操作	541
一、二次回路安装情况的检查	541
二、二次回路辅助装置的检查	542
三、二次回路的绝缘检查	543
四、系统空操作	544
12—2 过电流保护装置的系统调整	545
一、一般要求	545
二、系统调整	546
12—3 变压器、电动机的纵联差动保护装置的系统调整	548
一、一般要求	548
二、变压器差动保护的系统调整	548
三、电动机差动保护的系统调整	554
12—4 线路纵联差动保护装置的系统调整	555
一、ZCD-1型保护装置的介绍	555
二、ZCD-1型保护装置的调整	563
三、ZXJ-1型辅助导线监视装置	568
12—5 方向性横连差动保护装置的系统调整	571
一、方向横差保护装置的介绍	571
二、方向横差的系统调整	574
12—6 接地保护装置的系统调整	577
一、交流电网的绝缘监视装置	577
二、无励磁零序电流互感器的接地保护	578
三、励磁零序电流互感器的接地保护	580
四、零序电流过滤器的接地保护	584
12—7 电压互感器二次回路、瓦斯保护及自动装置的系统检查	585
一、电压互感器二次回路的通电检查	585
二、变压器瓦斯保护装置的系统检查	586
三、三相一次重合闸装置的系统检查	587
四、备用电源自动合闸装置的系统检查	588
第十三章 晶体管继电保护	589
13—1 晶体管继电保护的几种变换装置	589
一、电压形成电路	589
二、裂相整流电路	592

13—2	晶体管电流速断保护	593
一、	保护构成及原理	593
二、	有关问题和措施	593
13—3	晶体管反时限过流保护	595
一、	保护构成及原理	595
二、	有关问题	597
13—4	晶体管定时限过流保护	597
一、	保护装置构成及原理	597
二、	技术要求	599
13—5	晶体管自动重合闸装置	599
一、	工作原理	599
二、	技术要求	600
13—6	晶体管变压器差动保护	600
一、	保护装置构成及原理	600
二、	技术要求	602
第十四章 一般传动的调整		604
14—1	异步电动机的传动系统	604
一、	鼠笼型异步电动机	604
二、	绕线型异步电动机转子外接电阻起动	607
三、	绕线型异步电动机转子接频敏变阻器起动	612
四、	异步电动机的能耗制动	623
五、	异步电动机的协调旋转——电轴	624
14—2	直流电动机传动系统	626
一、	一般调整与要求	626
二、	分激电动机起动电阻计算	629
三、	串激和复激电动机起动电阻的计算（图解法）	629
四、	直流电动机反接电阻及能耗制动电阻的计算	632
14—3	金属电阻的接触器式的滑差调节	636
一、	简单原理	636
二、	参数计算	639
三、	试验调整	640
14—4	频敏变阻器的滑差调节	641
一、	简单原理	641
二、	阻抗的配置	641
三、	常见的几种接线方式	642

14—5 电阻元件的选择	645
一、电阻器的检查和要求	645
二、电阻元件的选择	646
三、常用电阻的技术数据	647
第十五章 电磁滑差离合器调速电动机	654
15—1 电磁滑差离合器调速电动机的特性及其控制	654
一、电磁滑差离合器的工作原理与特性	654
二、电气控制	657
15—2 ZLK-5 型电磁离合器控制装置	661
一、可控硅励磁主回路及放大与触发环节	662
二、脉冲测速环节	664
三、控制信号输入环节	666
四、设备的接线	669
五、调整与运行	669
附录一 新装电力变压器绝缘潮湿程度的判断和不经干燥投入运行的条件	674
附录二 QS1 型交流电桥的使用方法	678
一、用途及特性	678
二、操作步骤	681
三、特殊情况说明	685
附录三 几种常用电工材料、名词、单位与绝缘等级	687
附录四 一九六三年以前出厂的国产阀型避雷器使用中的有关规定	690
附录五 炭质电阻阻值、误差及其表示法	692
附录六 铜铝导线最大允许持续电流	694
附录七 电气安全用具的试验标准	695
文字符号	696