

● 专用于国家职业技能鉴定



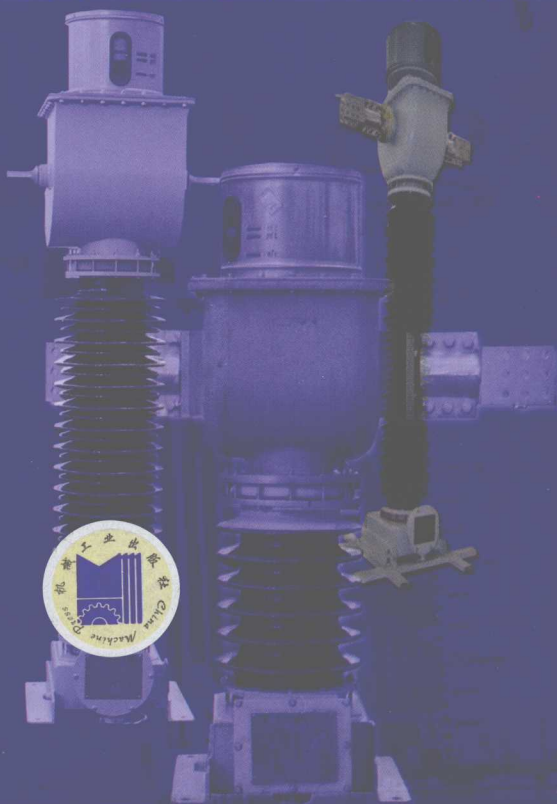
国家职业资格培训教程

互感器装配工

● 机械工业职业技能鉴定指导中心组织编写

● 依据劳动和社会保障部颁布的《国家职业标准》要求编写

- ✓ 初级技能
- ✓ 中级技能
- ✓ 高级技能
- ✓ 技师技能
- ✓ 高级技师技能



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

国家职业资格培训教程

互感器装配工

机械工业职业技能鉴定指导中心组织编写



机械工业出版社

本书以《变压器、互感器装配工国家职业标准》中互感器标准为依据,分为互感器装配工初级技能、中级技能、高级技能、技师技能和高级技师技能五部分,每部分均包括互感器的工艺准备和产品制作两部分内容。本书阐述了电力互感器的工作原理、基本概念、标准要求和试验方法等互感器制造中的相关理论和基础知识,重点讲解了互感器制造方法、操作技巧、质量控制措施和工艺难题的纠正及预防措施。

本书的特点是讲解由浅入深,集互感器基本理论、制造技术、试验方法、质量控制措施和国家标准要求为一体,可作为职工教育、职业培训和职业技能鉴定的培训教材,也可作为从事互感器行业人员的查询手册。

国家职业资格培训教程

图书在版编目(CIP)数据

互感器装配工/机械工业职业技能鉴定指导中心组织编写. —北京:机械工业出版社, 2007. 10

国家职业资格培训教程

ISBN 978-7-111-22515-7

I. 互… II. 机… III. 互感器-装配(机械)-技术培训-教材
IV. TM450.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 155439 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑:邓振飞 版式设计:霍永明 责任校对:王欣

封面设计:陈沛 责任印制:李妍

北京中兴印刷有限公司印刷

2008 年 1 月第 1 版第 1 次印刷

184mm×260mm • 12.75 印张 • 314 千字

标准书号:ISBN 978-7-111-22515-7

定价:24.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

销售服务热线电话:(010)68326294

购书热线电话:(010)88379639 88379641 88379643

编辑热线电话:(010)88379083

封面无防伪标均为盗版

变压器行业特有工种国家职业资格培训教程

编审委员会名单

主 任 李 玲

副主任 张金琢 郝晓琪 史仲光 徐 彤

委 员 张振玉 杨宝林 马凤江 宓传龙 王秋彦

姜蕊娥 王承志 荆宏智 王 勉 顾选能

孙福泉 孙瑞田 刘克昌 王文娣 薛晚道

邵晓静 李凤娥 张 博 陈新华 张新梅

杨清华 刘 铎 冷小敏 李 强 朱 强

唐梦明

互感器装配工编审人员

编 者 王文娣 (初、中、高级)

薛晚道 董洪戈 (技师、高级技师)

主 审 吴植榛

参 审 邹俊彦 何 平

前言

为推动变压器行业职业培训和职业技能鉴定工作的开展，大力推行国家职业资格证书制度，机械工业职业技能鉴定指导中心在组织完成了《变压器、互感器装配工》、《铁心叠装工》、《绕组制造工》、《绝缘制品件装配工》、《变压器试验工》等特有工种国家职业标准编写工作的基础上，又组织变压器行业骨干企业及有关专家编写了这5个职业的国家职业资格培训教程。

本套教程是以“以职业活动为导向，以职业技能为核心”为指导思想，突出了职业培训特色，以操作者能够“看得懂、学得会、用得着”为基本原则，力求通俗易懂、理论联系实际，体现了实用性和可操作性。在结构上，教程针对变压器行业5个特有职业的职业活动领域，分为初级、中级、高级、技师、高级技师5个级别，按照模块化的方式进行编写。其中，《变压器基础知识》覆盖了《变压器、互感器装配工》、《铁心叠装工》、《绝缘制品件装配工》、《变压器试验工》4个国家职业标准中的基本要求；《绕组制造工（基础知识）》覆盖了《绕组制造工》国家职业标准中的基本要求；各职业技能部分的章对应于该职业标准中的“职业功能”，节对应于标准中的“工作内容”，节中阐述的内容对应于标准中的“技能要求”和“相关知识”。本套教程重点介绍了变压器、互感器生产的制造方法、操作技巧、工艺难题的排除及预防措施以及相关设备、工具、量具的使用、维护保养方法；同时，还介绍了一些国内外变压器、互感器制造技术的新动态。本套教程可供变压器、互感器、电抗器及相关专业工种的从业人员参加等级培训、技能鉴定使用，也可作为有关技术人员自学参考用书。

本套教程的编写工作得到了变压器行业骨干企业的全力支持。其中，保定天威集团有限公司承担了《变压器基础知识》、《变压器装配工》、《互感器装配工》、《铁心叠装工》、《绝缘制品件装配工》、《变压器试验工》等教程的编写工作；西安西电变压器有限责任公司承担了《绕组制造工》的编写工作；许继集团有限公司承担了《变压器装配工》中有关干式变压器部分内容的编写工作，在此一并表示感谢！

由于时间仓促，不足之处在所难免，欢迎广大读者和专家提出宝贵意见和建议。

机械工业职业技能鉴定指导中心

目 录

前言

第一部分 初级技能

第一章 工艺准备	1
第一节 识图与绘图	1
一、零件图的表达方法	1
二、识读零件图的方法和步骤	1
三、阅读简单的零件图	5
第二节 阅读工艺文件	5
一、互感器制造工艺流程	5
二、互感器制造对装配场地的 一般要求	5
三、工艺文件	8
第二章 产品制作	9
第一节 电流互感器一次绕组制作	9
一、相关知识	9
二、电流互感器一次绕组	11
三、电流互感器主绝缘的包扎	13
四、电流互感器一次绕组引出线的 制作	18
五、常用工装设备的使用和维护	19
第二节 电流互感器铁心制作	23
一、相关知识	23
二、电流互感器铁心的结构和类型	26
三、电流互感器环形铁心的制作	27
第三节 电压互感器铁心制作	29
一、相关知识	29
二、电压互感器铁心的结构	31
三、电压互感器铁心的制作	32
第四节 电流互感器二次绕组制作	33
一、相关知识	33
二、二次绕组的制作	37
第五节 电流互感器器身制作	41
一、相关知识	41
二、电流互感器器身装配	44
第六节 互感器成品制作	46
一、相关知识	46

二、成品制作	56
--------------	----

第二部分 中级技能

第三章 工艺准备	58
第一节 识图与绘图	58
一、装配图的表达方法	58
二、识读装配图的方法和步骤	58
第二节 阅读工艺文件	59
一、工艺守则的主要内容	59
二、工艺守则的阅读方法	59
第三节 设备维护保养	59
一、合成纤维吊装带使用前的检查	59
二、吊装带有关管理规定	60
第四章 产品制作	61
第一节 电流互感器一次绕组制作	61
一、冷压焊	61
二、电流互感器一次绕组冷压焊方法	61
第二节 电流互感器铁心制作	62
一、电流互感器铁心控制数据	62
二、电流互感器铁心退火的原因	63
三、电流互感器铁心退火的原理	63
四、电流互感器铁心退火的方法	64
五、电流互感器铁心退火的设备	64
第三节 电压互感器绕组制作	65
一、相关知识	65
二、绕组制作	70
第四节 电压互感器器身制作	73
一、相关知识	73
二、串级式电压互感器器身制作和 检验方法	75
第五节 互感器成品制作	75
一、相关知识	75
二、成品制作	84

第三部分 高级技能

第五章 工艺准备	86
第一节 识图与绘图	86

一、工艺布置图的表达方法	86
二、识读工艺布置图的方法和步骤	86
第二节 阅读工艺文件	88
一、工艺方案的概念	88
二、工艺方案的阅读方法	88
第三节 设备维护保养	88
一、氩弧焊机	88
二、真空净油机	89
第六章 产品制作	90
第一节 电流互感器一次绕组制作	90
一、氩弧焊	90
二、电流互感器一次绕组纯铝氩弧焊	91
第二节 电流互感器铁心制作	93
一、相关知识	93
二、电流互感器气隙铁心的制作	105
第三节 器身制作	106
一、相关知识	106
二、器身制作中常见故障案例分析	108
三、发电机用大电流互感器的设计和制作	111
第四节 成品制作	115
一、相关知识	115
二、成品制作	143
第四部分 技师技能	
第七章 工艺准备	149
第一节 读图与绘图	149
一、新产品图样的分析与分解	149
二、零部件图的绘制、分析与工艺准备	149
第二节 阅读和编制工艺守则	153
一、阅读和掌握工艺方案	153
二、制定关键质量控制点及相应质量保证措施	154
三、掌握和完善质量检测方案	154
四、根据工艺方案和质量要求分析专用设备、工装及工具的适用性	154
第三节 工具、量具、仪器和仪表的使用	154
一、数控二次绕线机	154
二、500kV 电流互感器绕组包扎机	156
第八章 产品制作	157

第一节 一次绕组制作	157
一、电流互感器一次导体制作	157
二、引线焊接	158
三、一次绕组成型	158
第二节 铁心制作	159
一、电流互感器带气隙铁心的制作	159
二、铁心制作中常见质量问题和控制方法	160
第三节 器身制作	161
一、电流互感器二次绕组的误差调整	161
二、电流互感器主绝缘包扎中关键质量的控制	164
三、电压互感器绕组的误差调整	167
四、电压互感器器身装配中关键质量的控制	168
五、互感器成品常见问题和控制措施	170
第九章 生产管理	173
一、组织人员协同作业	173
二、协助部门领导进行生产计划、调度及人员的管理	174
第十章 培训指导	177
一、理论培训的目的	177
二、理论培训的基本要求	177
三、理论培训的方法	177
第五部分 高级技师技能	
第十一章 工艺准备	178
第一节 读图与绘图	178
一、绘制互感器简单专用工装、工具和模具	178
二、绘制工艺布置图	179
第二节 阅读和编制工艺文件	180
一、编制工艺文件	180
二、编制互感器专用设备、工具和工装技术规范	181
三、学习和使用进口专用设备	183
第十二章 产品制作	185
第一节 一次绕组制作	185
第二节 器身制作	186
一、电流互感器二次绕组常见问题分析及排除方法	186
二、电流互感器一次主绝缘常见问题	

分析及排除方法	187	二、电压互感器成品常见质量问题分析及排除方法	190
三、电压互感器绕组常见问题分析及排除方法	188	三、产品运行常见故障及排除方法	190
四、电压互感器器身常见问题及排除方法	189	第十三章 培训指导	193
第三节 成品制作	190	一、培训讲义的基本要求	193
一、电流互感器成品常见质量问题分析及排除方法	190	二、编写培训讲义的方法	193
		三、培训讲义编写范例	193
		参考文献	196

第一部分 初级技能

第一章 工艺准备

第一节 识图与绘图

一、零件图的表达方法

互感器是由许多零部件组成的，其中零件是最小的组成单位，一张完整的零件图（图 1-1）应包括的内容有：一组图形、完整的尺寸、必要的技术要求和完整的标题栏。

1. 一组图形

用必要的视图、剖视图、剖面图和其他视图，并用规定的画法完整、清晰、正确地表达零件的形状和内部结构。

主视图是一组图形的核心。主视图必须能反映零件较突出的形状特征。在主视图确定之后，应根据零件的复杂程度确定绘制其他视图，在能够完整、清晰、正确地表达零件的外形和内部结构的前提下，尽量少用视图。

2. 完整的尺寸

完整的尺寸是指能满足制造和测量零件时所需要的完整、正确的尺寸。零件的尺寸标注必须做到完整、清晰、正确。标注时，首先应选择好尺寸基准（起点），掌握零件图中标注尺寸的注意事项。

3. 必要的技术要求

利用代号、尺寸标注和文字说明，表达出制造、测量和装配的要求。

4. 完整的标题栏

标题栏中应包括零件的名称、材料、图号、比例、更改记录和责任人签名等内容。

二、识读零件图的方法和步骤

1. 看标题栏

通过识读标题栏，能够了解零件的名称、材料和比例等内容。

2. 分析图形

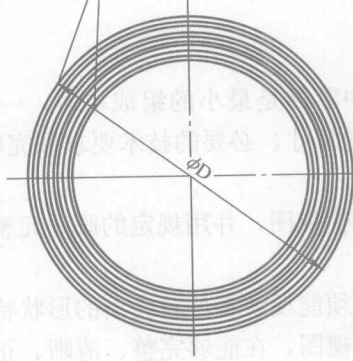
通过视图、剖视图和剖面图等资料想象零件的结构形状。根据视图的排列和有关标注，从中找出主视图，并按投影关系看清楚其他视图及采用的表达方法。

論 技 術 時 代 暗 一 策

技术要求

所有接头不应重合，必须均匀分布在整個圓周上。

点焊2或3点



旧底图总号						电工钢带 HD30ZH120		铁心
底图总号								
签 字	标记	处数	更改文件代号	签字	日期	重量	比例	
	设计			工艺			/	
日 期	校对			标检				
	审核			审定		第 1 张	共 1 张	

图 1-1 油浸式电流互感器铁心图

技术要求										
按8BB.640.004绕制。										
代 号										
尺寸, d/DH										
铁心截面 /cm ²										
平均磁路长 /cm										
材料及处理										
控制匝数										
励磁匝数										
励磁电流 /A										
感应电势 /mV										
重量/kg										

旧底图总号							电工钢带		LB-35W3 铁心	
底图总号										
签 字	标记	处数	更改文件代号	签字	日期	重量	比例			
	设计			工艺						
日 期	校对			标检		第 1 张 共 1 张				
	审核			审定						

图 1-2 铁心数据图

技术要求

- 1. 技术数据按 6BB、601、P435IS;
- 2. 二次绕组技术条件按 0BB.555.011;
- 3. 铭牌打字见表 1;

表 1

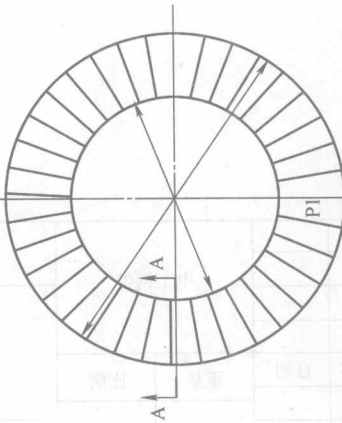
绕组出头	SI-S2	SI-S3
额定电流比 λ	$2 \times 300A/5A$	$2 \times 600A/5A$
额定安匝	600	1200
额定输出/VA	30	50
准确级	5P20	5P25
图号	6BB. 601. P435	

表 2

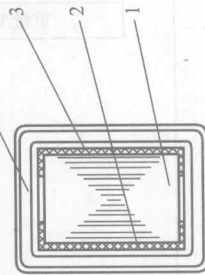
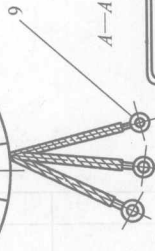
层号	每层匝数	累计匝数	每匝并绕根数	出头匝数	非均匀绕制每段匝数
1	160	160	1		
2	160	320			



10



绕组绕向图



3

2

1

8,4

3

2

1

旧版图总号
底图总号
签字
日期

末头 起头

序号	图号	名称	数量	重量	材料代码	备注
10		铭牌	1			
9		接线片	3			
8		高网络带	2			
7		绝缘纸板	2			
6		漆绸带				
5		漆包圆线				
4		皱纹纸				
3		角环	3			
2		角环	3			
1		铁心	1			
				重量	材料代码	备注
					6BB. 601. P524	
				重量	比例	二次绕组
					1:1	
				第 1 张	共 1 张	

图 1-3 油浸式电流互感器二次绕组图

3. 分析尺寸标注

通过尺寸标注分清重要尺寸和一般尺寸,了解零件各部分的尺寸大小和相互位置关系,明确各尺寸的基准。

4. 了解技术要求

技术要求是对表面粗糙度、尺寸公差、形位公差和热处理等有关加工、修饰方面的要求,识读时应理解其含义。

三、阅读简单的零件图

例 1-1 电流互感器铁心图 (图 1-1)

(1) 看标题栏 从标题栏中可以知道,这个零件是一个电流互感器的环形铁心。比例未标,说明此铁心中的线性尺寸未按比例画出,只是一张示意图。

(2) 分析图样 该图样用主视图和左视图来表达零件形状。在主视图中明显画出了焊点,便于指导操作。

该图样只是一张典型图,没有给出铁心材料和尺寸,所以在针对某尺寸铁心具体操作时还需一张铁心数据图,如图 1-2 所示。

(3) 看技术要求 技术要求重点表述了以下内容:电工钢带允许对接;接缝不能重合;操作时应注意接缝小于或等于 1mm。

例 1-2 电流互感器二次绕组图 (图 1-3)

(1) 看标题栏 这是一张油浸式电流互感器二次绕组的绕制图,包含的关键零件是铁心和角环,关键材料是漆包线。

(2) 分析图形 该图样用了主视图、俯视图和局部剖视图反映出了二次绕组的外型和内部结构。

(3) 分析尺寸标注 该图样的重要尺寸为二次绕组的外限尺寸。

(4) 看技术要求 通过看技术要求应重点理解:第一,认真阅读二次绕组的技术要求 0BB.555.011,其重点应是导线规格和绕组匝数等,并掌握绕制方法。第二,掌握二次绕组的出头方法,确保出头长度正确。

第二节 阅读工艺文件

一、互感器制造工艺流程

1. 电流互感器制造工艺流程 (图 1-4)

2. 油浸式电压互感器制造工艺流程 (图 1-5)

二、互感器制造对装配场地的一般要求

互感器装配是互感器产品制造过程中的关键工序之一,因为互感器产品的主要零部件如油箱、底座、器身、瓷套、储油柜、膨胀器等,经过上一工序的加工制造和检验,最后传递到装配工段进行组装。各主要零部件存在的尺寸和质量问题都将在此工序得到修正或修复,从而保证互感器产品性能能够满足技术要求。为此,从保证产品质量角度来讲,互感器装配

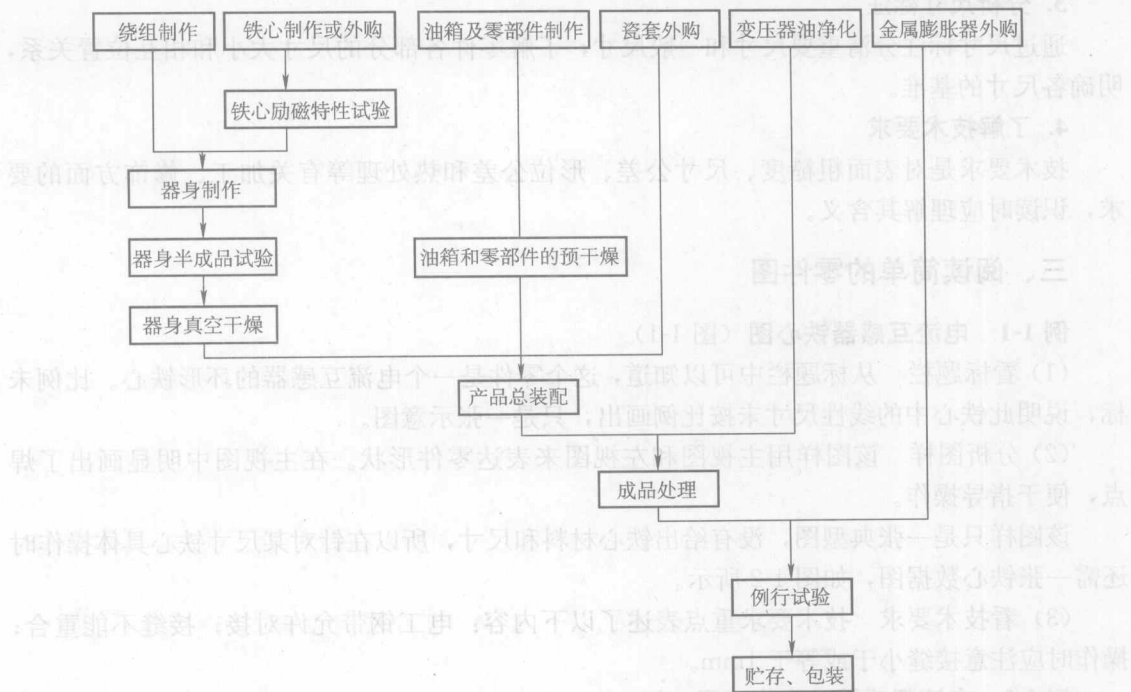


图 1-4 油浸式电流互感器制造工艺流程

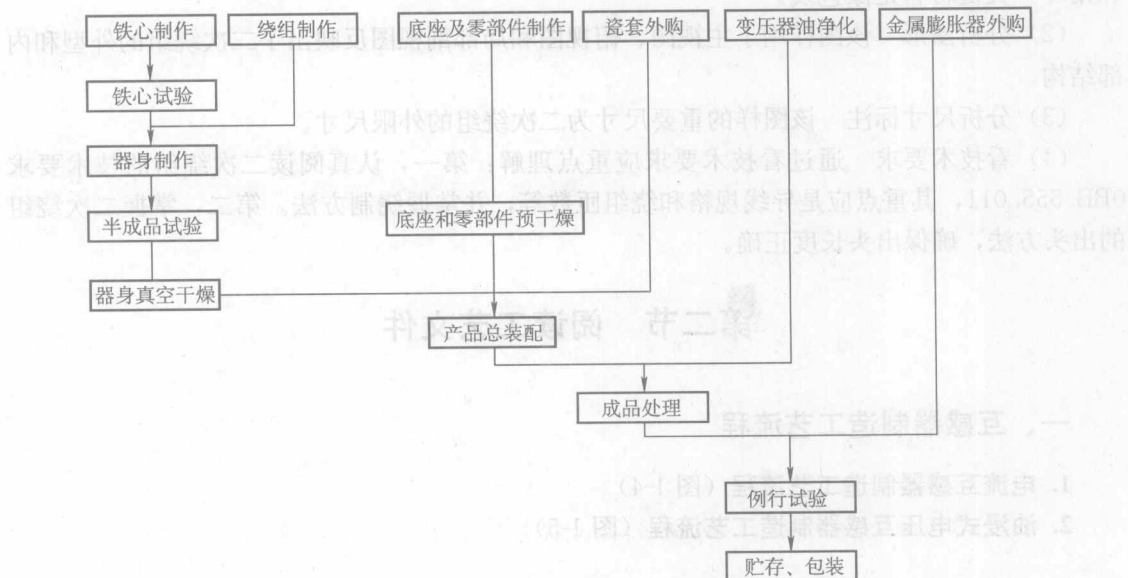


图 1-5 油浸式电压互感器制造工艺流程

工序是控制互感器产品质量的最后一道把关工序。

互感器装配分为电流互感器装配和电压互感器装配两种，电流互感器装配又分为器身装配、油箱装配、储油柜装配等，电压互感器装配又分为器身装配、底座装配等。

1. 互感器器身装配对空调环境的要求

互感器器身装配应在空调室中进行, 要求如下:

- 1) 空调室平均降尘量应小于或等于 $10\text{mg}/\text{m}^2 \cdot \text{日}$, 每季度抽测一次, 温度在 $20^\circ\text{C} \pm 5^\circ\text{C}$ 范围内, 相对湿度在 60% 及以下, 温度和相对湿度的要求主要针对空调室中有产品的情况下。
- 2) 空调室内的灯具、开关、电气装置应按相应安全操作规程进行操作。
- 3) 空调室内应按消防部门的规定, 装有相应的消防用具。
- 4) 进入空调室内的一切人员必须更换干净的工作服和干净的鞋, 再经吹淋室, 净吹 2min 后方可进入空调室。空调室内使用的衣服、鞋均为专用, 不得穿出室外。
- 5) 凡是进入空调室的半成品, 工卡模具、机械等均应经过吹风和吸尘后清理干净, 方能进入空调室。
- 6) 空调室应经常保持干净, 随时清扫。每班工作前和收工前用吸尘器清理地面和设备, 并用洗干净的湿拖布和湿抹布拧干后再擦一遍, 不得留死角。
- 7) 空调室内与外边相联接的大门决不允许长期打开, 在需要打开时, 须将要运输的物品准备好后再打开, 并要随时关闭, 使打开的时间越短越好。
- 8) 注意保护水磨石地面, 非橡皮轮不得在地面上直接滚动, 必要时须垫以橡皮垫。
- 9) 要求每天记录两次温度和湿度及空调室内产品分布情况。
- 10) 空调室内应长期保持在使用状态, 进行半成品制造及器身装配。

2. 互感器成品制作对总装配场所的一般要求

互感器作为高压电气设备, 其主要性能指标如介质损耗因数、局部放电量等受装配现场环境的影响比较明显。互感器产品在装配过程中, 若空气中的灰尘多, 相对湿度大, 将对互感器内部造成污染, 使已经经过干燥处理的互感器器身绝缘表面受潮, 造成互感器整体介质损耗因数和变压器油介质损耗因数增大, 严重时造成介质损耗因数不合格。若装配场所存在金属粉尘, 且在互感器产品装配过程中混入到产品内, 将造成互感器产品局部放电量不合格。为此, 互感器产品装配场所必须清洁, 空气中的浮游尘埃要少, 降尘量要小, 相对湿度要低。一般来说, 装配区内降尘量不宜超过 $100\text{mg}/\text{m}^2 \cdot \text{日}$, 相对湿度不宜超过 80%。为保证上述要求, 一般应采取如下措施:

- 1) 封闭厂房。厂房的窗户一般采用双层窗户, 并用密封胶条封严, 一般情况下不得开启; 厂房的主要交通门一般采用电动拉门或卷帘门, 并设专门管理, 除运输零部件和产品外一般不得开启, 以防止外部灰尘侵入。
- 2) 在有条件的情况下, 可以在装配区内设置柜式空调机, 或采用中央空调的措施, 以减少装配环境中的灰尘和降低装配环境中的相对湿度。
- 3) 装配区的地面一般采用水磨石地坪, 一方面防止地面起灰, 另一方面有利于产品装配过程中找正中心和便于清扫卫生。
- 4) 主要零部件如瓷套、油箱、储油柜等在进入厂房前需清理干净。
- 5) 产品涂漆不宜在装配区内进行, 应设置专门的产品涂漆场所, 或远离装配区进行, 以防止漆雾落入到产品内。

三、工艺文件

1. 工艺文件的作用

工艺文件是用于指导生产操作，编制生产计划，调整劳动组织，安排物资供应，进行技术验证、工具管理、经济核算的依据。

2. 工艺文件的种类

1) 工艺方案。它是工艺准备工作的主要技术依据。

2) 产品零部件工艺路线表。它标明产品全部零部件在生产过程中所经过车间或部门的工艺流程，供生产计划调度使用。

3) 工艺守则。它是一种以文字叙述为主，图样、表格为辅的工艺规程和注意事项，是指导生产操作，组织生产的技术文件。

4) 质量控制卡。

5) 新产品试制工艺总结。它是对全部工艺准备工作的经验总结，用于指导产品的小批量试制和批量生产。

6) 关键件工艺过程卡。

第二章 产 品 制 作

第一节 电流互感器一次绕组制作

一、相关知识

1. 互感器的定义

一种供测量仪器、仪表、继电器和其他类似电器使用的变压器。

2. 电流互感器的定义

电流互感器是一种专门用作变换电流的特种变压器。在正常工作条件下，其二次电流实质上与一次电流成正比，而且在连接方法正确时，二次电流对一次电流的相位差接近于零。

3. 电流互感器的作用

根据电力线路的电压等级，电流互感器的一、二次绕组之间设置有足够的绝缘，以保证所有低压设备和高电压相隔离。

电力线路中的电流各不相同，通过电流互感器一、二次绕组匝数比的配置，可以将不同的线路电流变换成较小的标准电流，一般是 1A 或 5A，这样可以减小仪表和继电器的尺寸，简化其规格。所以，电流互感器的作用是：第一，给测量仪器、仪表、继电保护和控制装置传递信息；第二，使测量、保护和控制装置与高电压隔绝；第三，有利于测量仪器、仪表、继电保护和控制装置小型化、标准化。

4. 电流互感器分类（表 2-1）

表 2-1 电流互感器分类

序号	分类方式		电流互感器名称
1	按用途		测量用：在额定状态下准确测量电力系统电流，而在过电流时二次电流不再严格按比例增长，保护所接仪器和仪表的电流互感器
			保护用：在过电流时，能够保证继电保护装置正确动作，切除短路故障的电流互感器，又分为一般保护用和暂态保护用电流互感器
2	按安装地点		户外型：用于户外的互感器
			户内型：用于室内、机车内的互感器
3	按绝缘介质		干式绝缘：包括主绝缘是普通绝缘材料，经浸漆处理的电流互感器和主绝缘是聚四氟乙烯，外绝缘是硅橡胶的电流互感器
			油绝缘：油浸式电流互感器，主绝缘是浸油电缆纸，若在绝缘中配置电容屏，又称油纸电容型绝缘
			浇注绝缘：主绝缘是环氧树脂混合胶，浇注固化而成
			气体绝缘：主绝缘是 SF ₆ 气体
4	按结构形式	按安装方式	贯穿式：安装在墙壁孔和房顶洞等上，兼作穿墙套管用的电流互感器
		按安装方式	支柱式：安装在支持平面上，有时也作支持绝缘子的电流互感器
		按一次绕组形式	单匝式：其一次绕组为一匝，又称套管式（含母线式和窗式）
			多匝式：其一次绕组为多匝的电流互感器