

化工测量与控制仪表

课内实验指导手册

杨春曦编

化学工程学院过程装备与控制工程系

2015-10-28

目 录

前 言

《化工测量与控制仪表》课程是面向昆明理工大学化学工程学院化工系，新开设的化工安全方向的一门专业基础课。是化工方向的本科生学习化工过程中的涉及到的相关仪表、控制装置和控制算法的一门重要的专业课。《化工测量与控制仪表》实验指导教材是配合该课程的教学而设置的重要实践环节。这些实验的开设有利于提高学生理论联系实际的能力，培养学生独立思考、勇于动手的工作态度，加强实验动手能力和实验技能以及严肃认真和实事求是的科学作风。通过实验可以使学生更好的掌握课程教学中所学的内容和专业理论知识，提高教学质量。

本实验指导书包括三个实验，其中序号前加*的内容为选作内容。可根据具体的教学要求选做其中的部分或全部。

在编写过程中得到许多同事的帮助，在此表示感谢！

《化工测量与控制仪表》实验要求

《化工测量与控制仪表》课程实验的目的是通过实验环节来巩固和加深对过程仪表及自动化理论的理解，是对学生进行实验基本方法和操作技能的训练。本实验指导书中涉及的实验都属于高电压大电流的实验。设备复杂，实验环节多，实验的操作、量测及记录非一人所能完成，需要多人协同进行。要求参加实验的学生根据实验目的与要求，拟定实验方法、确定实验线路、正确选择量测仪表及其量程、制定实验步骤、测量读取数据，并进行分析和比较，从而得出正确结论并讨论相关问题，最后写出实验报告。在实验过程中，要求学生思想集中，态度认真，掌握实事求是的科学和方法，并做到每位学生都能严于实验操作。为了提高实验工作效率，讲求实验效果，希望学生在进行实验时，应该做到以下四点。

一、实验的准备

实验前应按实验目的及要求进行预习，这是进行实验的重要准备工作，是保证实验顺利进行的必要步骤，也是培养学生独立工作能力、提高实验质量及效率的重要环节。因此，在实验前，一定要做好预习工作。预习要求做到以下几点：

- (1) 按照实验目的及要求，复习与实验有关的课堂教学的讲课内容及教材的相关章节，熟悉有关理论知识，务求确实理解和掌握。
- (2) 认真阅读实验指导书的内容要求，明确实验目的、内容、方法、步骤和注意事项；认真阅读实验指导书中有关实验装置的介绍，最好能到实验室中，对照实验设备的实物进行预习，熟悉实验用仪器和仪表的操作及使用方法，并抄录实验设备和仪器设备的型号与规格。
- (3) 在以上的基础上，拟定并画出实验线路图，明确实验步骤，列出需要测试数据的表格，并完成事先要求的参数计算。
- (4) 写出实验预习报告，交实验指导教师审阅。

二、实验的进行

每人实验者在整个实验进行过程中，都应该严格认真，精力集中，按时完成规定的实验内容。

- (1) 预习检查，严格把关
实验开始前，每个实验学生应将实验预习报告交实验指导教师审阅检查，指导教师根据每个实验学生的预习情况和预习质量（包括对实验的理解、认识和预习报告），确认实验学生是否已经做好实验前的准备工作，满足要求者方可允许进行实验。对于实验前的准备工作不满足要求者，实验指导教师应拒绝其进行实验，预习满足要求后再进行实验。

- (2) 合理分工，协调配合

每次实验以小组为单位进行，每组4-5人，并推选一人为组长，由组长协调小组内各实验者的实验分工，并使每位实验者都能掌握实验技术，参与实验操作，保证实验人员与仪器设备的安全。在正式进行实验之前，应在组长的主持下，统一思想，拟定具体实验方法和步骤，并认真讨论，预测实验结果及大致趋势，做到实验同学每人心中有数。

(3) 按图接线，力求简明

根据实验预习中拟定的实验线路（经小组讨论后的统一实验线路）及所用的设备、仪器及仪表，按图接线，接线应力求简明，要求使用导线长短与粗细恰当。整齐简单，便于操作和检查。一般接线原则是：先接串联主电路，再接并联支路。即先从电源的一端点开始，依次串联各设备、仪器、仪表和开关等，最后回到电源的另一端点；然后再接入各并联支路。接线要牢，不能松动，以免造成实验中的事故；接线要文明，尽可能减少交叉。改接线路时插接导线一定要抓住插头部位，既要保证安全，又不要损坏导线。不同种类的导线不能混用。

(4) 认真检查，确保安全

在实验线路接好后，为了确保安全避免事故，要由小组内其他实验同学认真检查，最后要经实验指导教师检查，确认正确无误。经指导教师同意，并提醒全组实验同学注意，才准合闸接通电源，按预先拟定的实验方法和步骤进行有序的实验。

(5) 按照计划，操作测试

按照实验预习中拟定的实验步骤逐步进行操作及实验测试。实验中要严格遵守实验操作规程和实验注意事项，注意观察，如出现异常情况应立即切断电源，保持现场，仔细检查原因，排除故障，并详细记录。经实验指导教师再度检查认可后，才能继续进行逐项实验。实验中仔细观察实验中的现象，认真做好实验数据、曲线的测试和记录，并随时注意实验情况是否正常，应结合理论分析和预测趋势与实验结果进行比较，判断数据和曲线是否合理。

(6) 完成实验，善始善终

实验内容全部结束后，应请实验指导教师审阅，检查测试数据及曲线是否符合正常范围，经同意后方可拆除接线，要将实验所用导线分类整理，放回原处，实验中所用仪器仪表及设备、工具等也应按要求整理好，物归原位。得到教师同意后，才能离开实验场所。每次实验完毕，每小组要留下2人，清理实验现场，打扫实验场地卫生。

三、实验报告

实验报告是实验者实验工作的成果和总结，是实验同学根据实验目的内容和测取的数据、曲线以及实验进行中发生的现象，经分析、比较和研究后写出的实验总结。通过编写实验报告，可以进一步培养和提高实验者的分析能力、总结提高能力和文字表达能力，编写实验报告是培养实验者独立工作能力和基本工程技术训练的一个重要的教学环节。因此，每个实验者必须独立完成实验报告，按时交给实验指导教师评阅。教师将根据实验情况及实验报告水平给出成绩。

编写实验报告应持严肃认真的科学态度，对实验中测得的数据、曲线以及实验进行中出现的现象和问题进行整理分析，得出结论，写出心得体会，以便积累一定的实际经验。实验报告内容要简明扼要，条理清楚，字迹端正（可以手写，最好打印），图文清晰，结论明确。实验报告内容应包括：

- (1) 实验名称、系（专业）、班级，实验者姓名、学号，同组实验者姓名及实验日期（这些可以作为实验报告的封面）。

- (2) 列出实验中所用设备、仪器、仪者的名称、型号、规格以及铭牌数据信息。
- (3) 实验目的或要求、实验内容。
- (4) 按内容列出实验项目、实验时所用的线路原理图，实验方法及步骤，实验结果。
- (5) 实验数据的整理与计算，并列出具计算公式，将实验测试数据列成表格并绘制出特性曲线和波形，注明实验条件。绘制曲线和波形时要注意各相关曲线和波形之间的位置及时间对应关系。
- (6) 根据数据和曲线进行计算和分析，说明实验结果与理论是否符合，对于实验中出现的异常现象或故障，应尊重客观实际，分析各种可能的原因，不要轻率地简单下结论。
- (7) 分析思考问题，可对某些问题提出自己的见解并最后给出结论。写出实验的心得、体会和收获，并提出自己对实验的意见和改进实验的建议。

四、实验注意事项

实验中要有良好的科学作风，要确保实验时的人身安全和设备安全。为此，每个实验者都应做到以下要点：

- (1) 实验前每位参加实验同学都应认真阅读实验指导书中内容、注意事项和仪表正确使用方法，并写出实验预习报告，方可参加实验。
- (2) 自觉遵守《学生实验制度》、《实验室安全制度》和《实验室仪器设备器材管理制度》。
- (3) 熟悉实验室及设备供电电源及连接情况，养成良好的用电习惯。人体不可接触带电线路；熟悉实验桌和实验装置的开关及按钮布置，按实验要求及实验线路连接电源、用电设备和仪器仪表；接线或拆线都必须在确实切断电源的情况下进行，绝对不允许带电操作。
- (4) 实验接线要文明整齐，接线完毕要由同组其他实验者检查是否正确、牢固。拆、改接线不要硬扯，要手拿端部插头部位，以免损坏导线。接好实验线路或每次实验中改接线路后，必须经实验指导教师检查，确认正确无误，方可继续进行实验。
- (5) 实验中每次接通电源前均须提醒同组实验者注意后，方可接通电源开关。
- (6) 实验中，每位实验者都应聚精会神，注意观察实验情况，如发生异常情况，不要惊慌，应立即切断电源，保护现场，并报告实验指导教师，认真分析查明原因并妥善处理排除故障后，经指导教师同意方可继续进行实验。
- (7) 实验时应将围巾、手套脱下，并注意衣服（尤其是裙子）、发辫、导线等不要靠近电动机组的旋转部分以防卷入；严禁用手或脚促使电动机制动或起动。
- (8) 仪器、仪表及实验设备的使用，要注意类型是否和被测物理量相符，量程范围是否正确，不要损坏仪表及设备。电阻负载及含有电阻的电路应先将电阻置于最大值；驱动信号要先置于最小值后逐步调节。调试过程中要保证系统的稳定性，不过流。实验中要准确记录数据或曲线，避免重复工作。
- (9) 在实验室内，严禁乱动和所进行的实验内容无关的其他设备及仪表等，因违反规定而造成损坏，要写出深刻书面检查交给指导教师，并要按规定赔偿。

仪表精度相关知识

1、误差、仪表精度等级的概念

测量误差：测量值与真实值之间存在的差别。

真值：一个变量本身所具有的真实值，它是一个理想的概念，一般是无法得到的。在计算误差时，一般用约定真值或相对真值来代替。

约定真值：一个接近真值的值，它与真值之差可忽略不计。实际测量中在没有系统误差的情况下，足够多次的测量值之平均值作为约定真值。

相对真值：指当高一级的标准器的误差仅为低一级的1/3 以下时，可认为高一级的标准器或仪表示值为低一级的相对真值。

绝对误差的实质，是仪表读数与被测参数真实值之差。仪表的绝对误差只能是读数与约定真值或相对真值之差。

相对误差：仪表的绝对误差与真值的百分比。

引用误差：绝对误差与仪表量程的百分比

2、仪表精度等级

仪表精度等级：又称准确度级，是按国家统一规定的允许误差大小划分成的等级。引用误差的百分数分子作为等级标志。

$$\text{仪表精度} = \frac{\text{绝对误差的最大值}}{\text{仪表量程}}$$

按国家统一划分的仪表精度等级有：

0.005、0.02、0.05、0.1、0.2、0.35、0.4、0.5、1.0、1.5、2.5、4.0 等。

实验一 热电偶的校验

一、实验目的：

- 1、掌握热电偶测温系统和测温原理。
- 2、加深对热电效应的理解。
- 3、理解冷端温度补偿的作用。
- 4、学会热电偶测温的校验方法。

二、实验原理：

热电偶是根据热电效应原理，适用于高温测量的一种温度测量装置。一般与显示、变送仪表配套使用。其结构上由两种不同专用材料制成的导线（热电极）连接而成，它的一端焊接在一起，构成工作端（热端）；另一端与仪表连接，以便构成闭合的电路，称为自由端（冷端）。测量温度时，把它插入或与接触待测物，当热电偶工作端与自由端存在温差时，热电偶就产生一定的热电势。热电势随温差的升高而增加。而且热电势的大小与热电极的长度、直径无关，只与热电极材料和热电极两端的温度差有关。

热电效应原理：将两种不同材料的金属导体A、B 组成一个闭合回路。若两端（冷、热）点的温度不同，则回路中将产生一定大小的电流，电流的大小与两种导体的性质、结点温度有关，称其为热电效应。当两种金属导体确定后，热电势仅为两结点温度差值的函数：

$$\text{即：} E_{a,b}(T_1, T_0) = E_{a,b}(T_1) - E_{a,b}(T_0)$$

用此式不仅能测量两结点之间的温差（ $\Delta T = T_1 - T_0$ ）；而且如果当一个结点温度为确定时，可测量另一结点的温度。

中间导体定律：将热电偶两结点中的一个结点 T_0 断开，接入第三导体C，并保持导体C 两端温度相同，则导体C 的引入不影响回路中总电势的产生。这样就可以解决指示仪表作为第三导体C，不影响测量回路中总电势的问题。冷端补偿原理：当热电极的材料一定，自由端温度 T_0 不变时，热电偶的热

电势 $E_{ab}(T_1, T_0)$ 才是工作端温度 T 的单值函数，分度表是自由端温度 $t=0\text{ }^{\circ}\text{C}$

（ $T_0=273.15\text{K}$ ）为基础的标称值，实际测温时，自由端温度 $t \neq 0\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，因此将引入冷端补偿。