

# 项目一、变压器安装实训指导教程

项目所需课时：6 节

项目实施形式：分组实训，每组 2-5 人

项目实训地点：机电拆装实训室

项目指导教师：1-2 人

## 一、项目的教学目标

知识目标：

- 1.掌握变压器工作原理。
- 2.初步掌握由电气原理图变换成安装图的能力，加深对变压器安装规范的理解。

能力目标：

- 1.初步学会原件检测、线路安装、调试、维护操作的正确方法与技巧。
- 2.培养学生独立完成变压器的相关元件的检测技能。
- 3.培养学生独立完成变压器控制线路接线的技能。
- 4.培养学生独立完成变压器控制线路的调试和常见故障的排除方法。

职业素养目标：

- 1.培养学生自主探索的认知能力和电气安全操作常识。
- 2.训练学生良好分析解决问题的能力 and 电工技术职业操作习惯，培养良好的团队合作精神。

## 二、项目相关的理论知识讲解

变压器安装是电力设施安装的一项重要内容。

### 1. 变压器的基本参数

#### 1.1 主变压器技术参数

变压器铭牌包括下列内容：

- (1) 额定容量：变压器长时间所能连续输出的最大功率。单位是 kVA。
- (2) 额定电压：变压器长时间运行时所能承受的工作电压（铭牌值为中间分接头的值）。单位是 kV。
- (3) 额定电流：变压器在额定电压下允许长期通过的电流。单位是 A。
- (4) 容量比：变压器各侧额定容量之比。（各侧的额定容量不一定相同）。
- (5) 电压比：变压器各侧额定电压之比。
- (6) 阻抗（或短路）电压：把变压器二次绕组短路，在一次绕组上逐渐升压到二次绕组的短路电流达额定值时，一次绕组所施加的电压值。常用额定电压的百分数来表示。
- (7) 短路损耗（即铜损）：把变压器二次绕组短路，在一次绕组通入额定电流时变压器消耗的功率。单位是 kW。
- (8) 空载损耗（即铁损）：变压器在额定电压下，二次空载（开路）时变压器铁芯（励磁和涡流）所产生的损耗。单位是 kW。
- (9) 空载电流：变压器在额定电压下，二次空载（开路）时在一次绕组通过的（励磁）电

流。常用额定电流的百分数来表示。

(10) 接线(或联结)组别:用于标明变压器各侧三相绕组的连接顺序、绕向和极性以及各侧线电压相互关系的时钟表示方法。

### 1.2 铭牌



### 1.3 型号

电力变压器产品型号其它的字母排列顺序及涵义。

- (1) 绕组藕合方式, 涵义分: 独立(不标); 自藕(O表示)。
- (2) 相数, 涵义分: 单相(D); 三相(S)。
- (3) 绕组外绝缘介质, 涵义分: 变压器油(不标); 空气(G); 气体(Q); 成型固体浇注式(C); 包绕式(CR); 难燃液体(R)。
- (4) 冷却装置种类, 涵义分: 自然循环冷却装置(不标); 风冷却器(F); 水冷却器(S)。
- (5) 油循环方式, 涵义: 自然循环(不标); 强迫油循环(P)。
- (6) 绕组数, 涵义分: 双绕组(不标); 三绕组(S); 双分裂绕组(F)。
- (7) 调压方式, 涵义分: 无励磁调压(不标); 有载调压抑(Z)。
- (8) 线圈导线材质, 涵义分: 铜(不标); 铜箔(B); 铝(L) 铝箔(LB)。
- (9) 铁心材质, 涵义: 电工钢片(不标); 非晶合金(H)。
- (10) 特殊用途或特殊结构, 涵义分: 密封式(M); 串联用(C); 起动用(Q); 防雷保护用(B); 调容用(T); 高阻抗(K) 地面站牵引用(QY); 低噪音用(Z); 电缆引出(L); 隔离用(G); 电容补偿用(RB); 油田动力照明用(Y); 厂用变压器(CY); 全绝缘(J); 同步电机励磁用(LC)。

举例说明如下

SG 9-20/0.8 220/480

SG -指三相干式变压器; 9 -指设计序号; 20 -指额定容量(单位 kVA); 0.8 -指电压等级(0.8 表示电压低于 800V); 220 -指额定输入电压(单位 V); 480 -指额定输出电压(单位 V)。

## 2、施工机械及工器具的准备

施工机械及主要工器具计划

表 1

序号	名称	规格	单位	数量	备注
1	吊车	8T	辆	1	
2	压榨式滤油机		台	1	

序号	名称	规格	单位	数量	备注
4	电焊机		台	1	
5	无齿锯	G-400	台	1	
6	台钻	Z525	台	1	
7	电源箱		个	1	
8	油罐	10T	个	1	
9	白布		米	10	
10	破布		kg	20	
11	朔料布		捆	1	
12	白布带		卷	30	
13	链条葫芦	5T	个	2	
14	麻绳	6"	米	200	
15	内六角扳手		套	1	
16	套筒扳手		套	1	
17	扳手	18"	把	2	
18	扳手	14"	把	2	
19	钢锯		把	2	
20	撬棍	1200mm	根	2	
21	道木		根	若干	
22	消防器材		套	1	

### 3、施工前的准备工作

- 3.1 产品到货后校对产品铭牌和铭牌图样与合同是否相符
- 3.2 按变压器出厂文件一览表校对随产品供给的技术文件和安装图样是否齐全
- 3.3 按变压器拆卸一览表(装箱单)校对拆卸运输件是否齐全,有无损伤。
- 3.4 变压器运到现场后检查产品进行外观检查是否完好。
- 3.5 检查变压器在运输过程中的冲撞情况。
- 3.6 本变压器为充油运输,检查本体有无受潮情况。
- 3.7 对于油罐运输的绝缘油进行检查
  - a. 检查油罐的密封和呼吸情况
  - b. 检查出厂试验记录,进行油的耐压强度试验
  - c. 核对到货重量
 如发现油的品质太差,现场难以处理,应及时与厂家联系协商解决
- 3.8 变压器在到货2个月内的存放过程中经常进行巡查,严防器身存放中受潮。
- 3.9 变压器在到货超过2个月时应装上储油柜系统,真空注油使油面调整到稍高于储油柜正常油面的位置。
- 3.10 油箱应无渗漏。拆卸件的存放要妥善,不得锈蚀或污秽,充油运输的拆卸件必须充油存放。油箱密封
- 3.11 冷却器、连接管、安全气道、净油器等应密封。

### 4. 施工准备

- 4.1 按照施工平面布置图将所有的大型机具设备吊装就位,所有电气设备包括油罐都必须良好接地。
- 4.2 油箱有渗漏部位应做好记录,以便放油后进行处理。

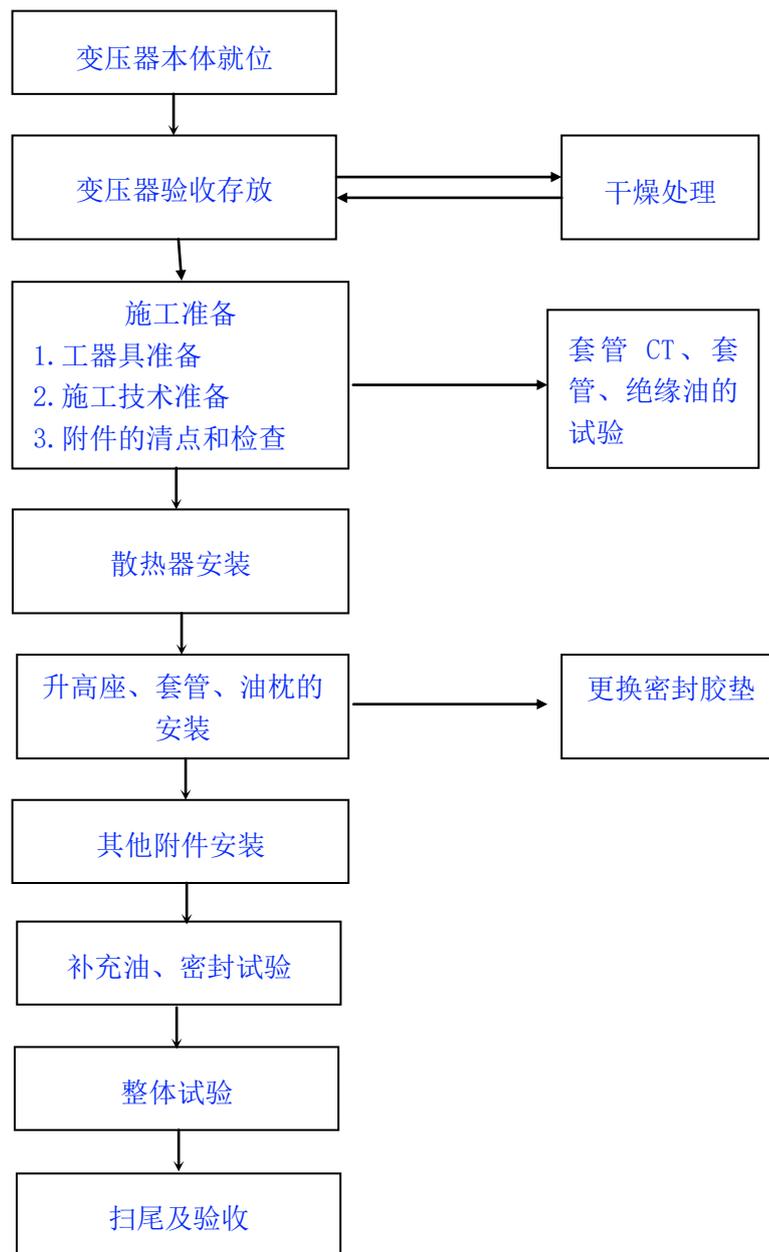
- 4.3 对变压器绝缘油进行试验，应符合要求。
- 4.4 根据变压器的出厂技术文件和产品的编号将安装部件排号，按顺序将安装件一一对应摆好，如发现缺损应及时与厂家联系。
- 4.4 对变压器的备品备件进行清点登记入账。
- 4.5 与气象部门联系，选择好天气进行安装。
- 4.6 组织好施工人员，做好技术交底。

### 三.变压器安装施工工艺流程图

#### 1. 变压器安装的操作要点

- 1.1 对每个待装零件，都要认真清洗，确保清洁。
  - a. 凡是与油接触的金属表面或瓷绝缘表面，均应采用不掉纤维的白布拭擦。直到白布上脏物颜色和杂质颗粒。
  - b. 象套管的导管，散热器的连管等与油接触的管道内表面，凡是看不见摸不着的地方，必须用钢丝系白布球来回拉擦，直到白布上不见脏色，即使看来是干净的。也应擦一遍，以证明确实是干净的。
- 1.2 仔细地处理好每一个绝缘面，以保证不渗漏。
  - a. 所有大小法兰（包括油箱箱沿）的密封面或密封槽，在安装密封垫前，均应清除锈迹，油漆和其它玷污物。并再用布沾苯或无水乙醇将密封面擦洗干净以保证密封面显现本色，并光滑平整。
  - b. 使用合格的密封垫圈，凡存在变形、失效、不耐油等缺陷的密封垫圈，一律不能使用，为此，在安装前，对密封垫圈应有足够的备品。
  - c. 密封垫圈的尺寸应与密封槽和密封面尺寸相配合，发现尺寸过大或过小的密封垫圈都不能凑合使用，而应另配合适的，以保证密封垫圈的压缩量控制在正常的（25%左右）范围内。
  - d. 对于无密封的法兰，密封垫必须用密封胶粘在有效的密封面上。如果螺栓紧固以后发现密封垫未处于有效密封面上，应松开螺栓扶正，
  - e. 紧固法兰时，应取对角线方向，交替、逐步拧紧螺栓，最后统一紧一次，以保证同样合适。
- 1.3 所有用螺栓的电气接头，都要确保电接触可靠。
  - a. 接头的接触表面应擦净，不得有脏物、氧化膜等妨碍电接触的杂质存在。
  - b. 接触的连接片应平直，无毛刺、飞边。
  - c. 紧固螺栓应根据压紧力要求（10N/A）配有碟形弹簧垫圈，以保证稳定的压力，防止松动。
  - d. 螺栓应按规定的紧固力矩或弹簧的压缩量拧紧。
- 1.4 有安装标志的零件与部件，须按照安装标志所指示的部位复装（如高压，中压升高座及安全气道升高座与油箱的相对位置和角度）。
- 1.5 变压器的引线的根部不得拉伤，扭及弯曲。  
复装组件时，应按该组件的“安装使用说明书”的规定进行；  
油箱顶部若有上部定位件，应按外型尺寸要求进行定位或密封；
- 1.6 各温度计座内应注意变压器油。

#### 2. 变压器安装施工工艺流程图



变压器施工工艺流程图

### 3、附件安装

#### 3.1 升高座的安装

3.1.1 升高座吊装前外壳必须擦干净，防止脏物掉入箱内。升高座的吊装应按照制造厂的编号进行，放气塞的位置应在最高点，升高座上套管 CT 的铭牌位置面向油箱外侧。法兰螺栓必须对角均匀拧紧。

3.1.2 当升高座底部法兰具有一定的倾斜角度时，为了不使密封圈位移，正确结合，吊装时要注意调整好底部斜面法兰的斜度。

#### 3.2 套管的安装

3.2.1 安装前用白布将套管表面和引线管内壁清理干净，均压球内无积水。并用干净白布堵好，以免落入灰尘。

3.2.2 吊装时使用套管法兰上的吊点，套管头部的保险绳应用棕绳或尼龙绳绑

扎，以免擦伤套管。

3.2.3 起吊时应缓慢进行，进入套管导电管内的引线应挺直自然，不允许扭曲，引线的上拔力不应过大，以防损伤应力锥处绝缘。

3.2.4 引线与高压套管顶部接线板的连接应紧密可靠，引线端头的定位销应正确落入套管上端的接口定位槽内，防雨接线帽内的密封垫圈位置正确，密封应良好。

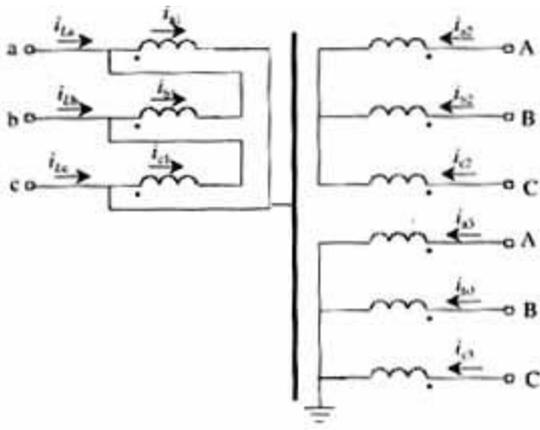
3.2.5 套管的油标应面向外侧，便于变压器的运行维护，套管的末屏应可靠接地，法兰螺栓必须对角均匀拧紧。

3.2.6 110kV 套管的垂直倾斜角度最大不超过  $30^\circ$  在套管进入升高座时，采用在吊车大钩处设置链条滑轮来调整角度。

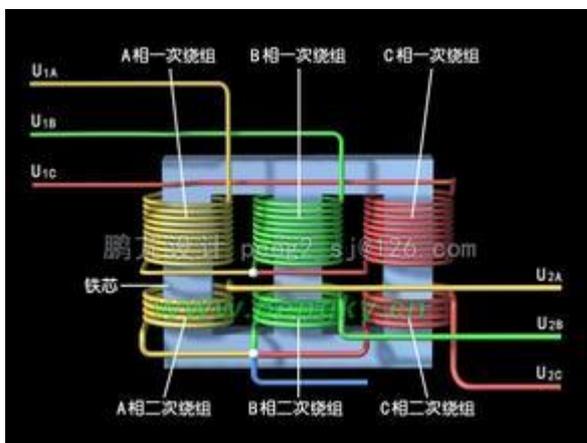
3.2.7 套管吊装的速度应缓慢平稳，引线的穿线速度与套管的下降速度基本上保持同步，必要时在油箱内设专人配合，监护套管就位。套管在进入油箱后，必须随时调整套管的位置和角度，以免套管瓷体碰撞油箱受损。

#### 4、变压器线路

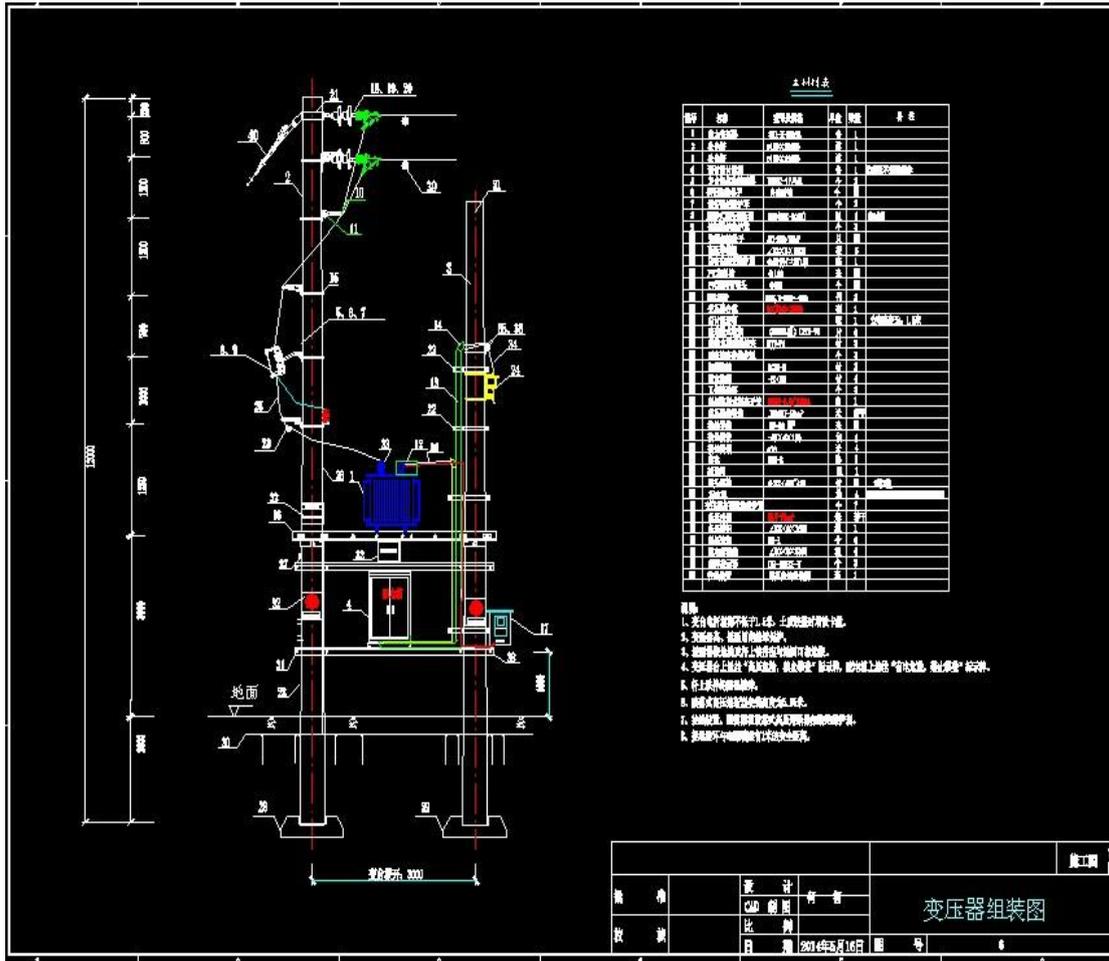
##### 1. Y/ $\Delta$ 接线的三相三绕组变压器接线图



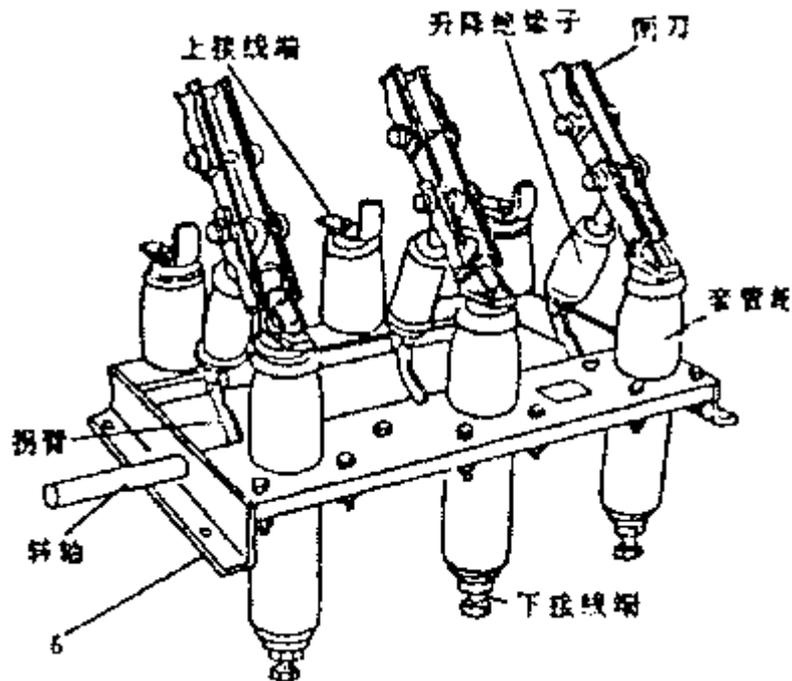
##### 2. 中小型油浸式变压器结构图



##### 3. 变压器组装图



4. 1-2-9GN。型高压隔离开关



### 5、实训注意要点

认真贯彻有关的各项文明施工规定,坚定不移的执行“安全第一”的方针,使各项工作都在有组织.有准备.有条件.有情况的情况下进行,保证在施工中做到工完、料进、场地清、不留尾巴。端正工作态度,提高精品意识,保持良好形象。

(1) 施工现场设文明施工管理小组,对整个现场文明施工负全责,培养学生的团队合作精神。

(2)施工现场要把文明施工放到主要的位置,象抓施工质量、施工安全那样,抓好文明施工,而且还要避免虎头蛇尾,要贯彻于施工的全过程,提高学生的安全文明施工意识。

(3)所有参加人员都是兼职的文明施工监督员,除自身要按文明施工的施工标准做好本职工作外,要在布置、检查工作的同时布置检查文明施工,发现不足,及时解决,不断改进完善文明施工管理工作。

(4)认真贯彻电力部《电力建设文明施工规定及考核办法》,在开工前制定出“文明施工管理制度实施细则”,明确文明施工标准及奖惩办法并在施工中贯彻执行。

## 四、实训课后作业

1、根据实训过程记录,认真撰写实训报告和实训体会与收获。实验报告要求如实填写实训过程的做法、数据,进行分析讨论比较后得出实训收获与体会。将理论与实训有机的融合在一起。

2、说明变压器技术参数的含义。

3、分析变压器的工作原理,说明上述安装方法的安全可靠性。

4、上网查找其他常用变压器的安装资料。

## 五、项目考核方式、内容及评价标准

(一) 考核结果标准及评分细则。

1、结果成绩(满分40分)。(1)在规定的时间内能正确安装电路,且试运转成功。(2)安装工艺达到基本要求,接点牢靠、接触良好。(3)文明安全操作,没有安全事故。

2、过程考核(满分40分)。

3、实训报告质量(满分20分)。

(二) 过程打分评价标准(见表1-1)

表1-1 任务实训过程打分评价标准

评分内容	标准满分 分分值	自我评分 (30%)	班组评分 (30%)	教师评分 (40%)
是否遵守了实习纪律(有无迟到早退等现象)	2			
是否领会了实验内容,及操作流程(有无课前预习)	4			

工作流程，工艺水平操作是否规范（是否发生安全事故）	6			
是否在规定的时间内完成及完成的质量	10			
是否独立完成或是小组成员的核心	6			
实训过程记录是否如实详尽	6			
是否遵守安全规程，做到环保节约，做到文明生产实训	4			
对实训内容提出合理性建议或评价	2			
总分	40			

(三) 实训过程记录表格（见 1-2）

表 1-2 项目实训记录表（分组实训）

班级	日期	年 月 日 午第 节	指导老师
实训内容			
实训过程记录			

设备检查记录	学生签名： 教师签名：									
分组学生签名	<table border="1" style="width: 100%; height: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 20%; height: 40px;"></td> <td style="width: 20%;"></td> <td style="width: 20%;"></td> <td style="width: 20%;"></td> <td style="width: 20%;"></td> </tr> </table>									
备注	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 实训中要严格遵守《操作规程》、《实训室管理制度》等规章制度，严防安全事故发生。</li> <li>2. 实训前发现设备故障（除已登记尚未维修的外），及时向实训指导教师报告。</li> <li>3. 实训结束后，指导老师需认真检查实训设备、关闭电源、锁好门窗。</li> <li>4. 完整填写《实训记录表》并存档。</li> </ol>									

#### （四）实训报告提要

- 1、实训名称
- 2、所属课程名称
- 3、学生姓名、学号、合作者及指导教师
- 4、实训日期和地点(年、月、日)
- 5、实训目的
- 6、实训原理
- 7、实训内容
- 9、实训步骤
- 10、实训结果
- 11、实训收获和不足