

第十八届“振兴杯”全国
青年职业技能大赛技术文件

电 工

全国决赛技术文件

（职工组）

第十八届“振兴杯”全国青年职业技能大赛组委会

2024 年 7 月

第十八届“振兴杯”全国青年职业技能大赛职工组比赛全国决赛电工赛项技术文件

一、竞赛标准

电工竞赛项目的技术标准是以《电工国家职业标准》高级（国家职业资格三级）为基础，并涵盖国家职业资格三级以下和技师（国家职业资格二级）的部分内容。

二、命题原则

依据《电工国家职业标准》，注重基本技能和专业化操作，注重操作过程和质量控制，注重安全生产以及职业道德和标准规范，体现现代技术，结合生产实际，考核职业综合能力，并对技能人才培养起到示范指导作用。

三、竞赛方式、时间与成绩计算

（一）竞赛方式

竞赛包括理论知识和实际操作竞赛两部分，均由 1 名选手独立完成。

（二）竞赛时间

1. 理论知识竞赛时间 80 分钟。
2. 实际操作竞赛总时间 300 分钟。其中模块一操作比赛时间 120 分钟，模块二操作比赛时间 120 分钟，模块三操作比赛时间 60 分钟。

（三）成绩计算

竞赛总成绩由理论知识和实际操作比赛两部分成绩组成。竞赛总成绩作为参

参赛选手名次排序的依据。参赛选手总成绩相同，实际操作比赛成绩高的选手名次在前。参赛选手总成绩和实际操作比赛成绩均相同，实际操作模块一得分高的选手名次在前。参赛选手总成绩、实际操作比赛成绩和实际操作模块一比赛成绩均相同，实际操作模块二得分高的选手名次在前。如果参赛选手的总成绩和各模块成绩均相同，名次并列。

1. 理论知识竞赛（计算机答题）满分 100 分，占总成绩的 30%（其中时事政治题占总成绩的 10%）。

2. 实际操作成绩满分 100 分，占总成绩的 70%。其中模块一满分 40 分，模块二满分 40 分，模块三满分 20 分。

四、竞赛范围、比重、类型及其它

（一）理论知识竞赛

1. 试题范围

理论知识竞赛以竞赛题库作为参考资料，决赛前两个月在“振兴杯”大赛官方网站（www.zxbds.cn）上公布理论知识竞赛题库（不含时事政治题），时事政治题单独命题。

2. 试题题型

竞赛试题包括判断题与单项选择题两种类型。

3. 竞赛方式

理论知识竞赛采用计算机软件答题。决赛前一个月可以在大赛官网上模拟答题。

（二）实际操作竞赛

本次实操竞赛以操作技能为主，仪器仪表使用及安全文明生产在实际操作比赛过程中进行考查，不再单独命题。

1. 试题范围

（1）模块一 工业控制系统编程调试

根据竞赛组委会提供的竞赛平台和有关资料及操作技能要求，参赛的选手完成下列工作任务：

- 1) 按照工作任务书的要求，完成控制系统各控制单元的配置；
- 2) 完成工业系统控制与监控界面的设计；
- 3) 为工业控制系统编写控制程序；
- 4) 完成竞赛设备的整体系统调试，实现任务书要求的各项功能；
- 5) 操作过程要求按照操作规程、安全文明生产进行。

（2）模块二 工业电气设备配线调试

根据竞赛组委会提供的竞赛平台和有关资料及操作技能要求，参赛的选手完成下列工作任务：

- 1) 按照工作任务书的要求，完成电气电路的接线；
- 2) 按照工作任务书的要求，完成系统的安全测试；
- 3) 按照工作任务书的要求，检查并调试电气线路；
- 4) 操作过程要求按照操作规程、安全文明生产进行。

（3）模块三 工厂电气设备故障检查

根据竞赛组委会提供的竞赛平台和有关资料及操作技能要求，参赛的选手完成下列工作任务：

1) 在竞赛组委会提供的竞赛平台上进行电路测试;

2) 按照工作任务书的要求, 利用现场提供的仪器设备对电路进行检测, 在电路原理图纸上标出故障点的位置和类型;

3) 操作过程要求按照操作规程、安全文明生产进行。

2. 竞赛方式

采用现场实际操作方式。

3. 赛场提供的设备

竞赛现场提供的设备由肯拓(天津)工业自动化技术有限责任公司提供技术支持。

4. 样题公布方式

样题于决赛前一个月在“振兴杯”大赛官网公布。

五、评判标准

(一) 评判标准的制订原则

参照《电工国家职业标准》高级(国家职业资格三级)的相关标准、规范要求进行评判, 全面评价参赛选手的职业能力, 本着科学严谨、公正公平、可操作性强的原则制定评判标准。

(二) 实际操作比赛评判细则(评判指标)

评判比例如表 1 所示。

表 1 评判指标

| 一级指标 | 比例 | 二级指标 | 比例 |
|---------------|-----|-----------|-----|
| 模块一 工业控制系统 | 40% | 控制系统单元配置 | 5% |
| | | 控制与监控界面设计 | 10% |

| | | | |
|------------|--------|--|-----|
| 编程调试 | | 控制系统程序编程与调试 | 25% |
| 模块二 | 40% | 电气控制线路接线工艺 | 20% |
| 工业电气设备 | | 电气设备安全测试 | 5% |
| 配线调试 | | 电气设备功能调试 | 15% |
| 模块三 | 20% | 根据电路原理图, 利用仪器仪表对电气设备控制电路进行检测, 并在图纸上标出电路的故障点和故障类型 | 20% |
| 工厂电气设备故障检修 | | | |
| 职业素养 | 在竞赛过程中 | 职业技能操作规范 | / |
| | 中考查 | 着装、安全、职业素养 | / |
| 总分 | 100% | | |

注：1. 职业素养部分不具体配分，但在工作过程中违反有关规定从参赛选手实际操作竞赛总得分中扣除 2-10 分，严重违规者中止比赛，并取消本竞赛模块分数。

2. 实际竞赛过程中各指标所占比例可能有所微调。

（三）评判方法

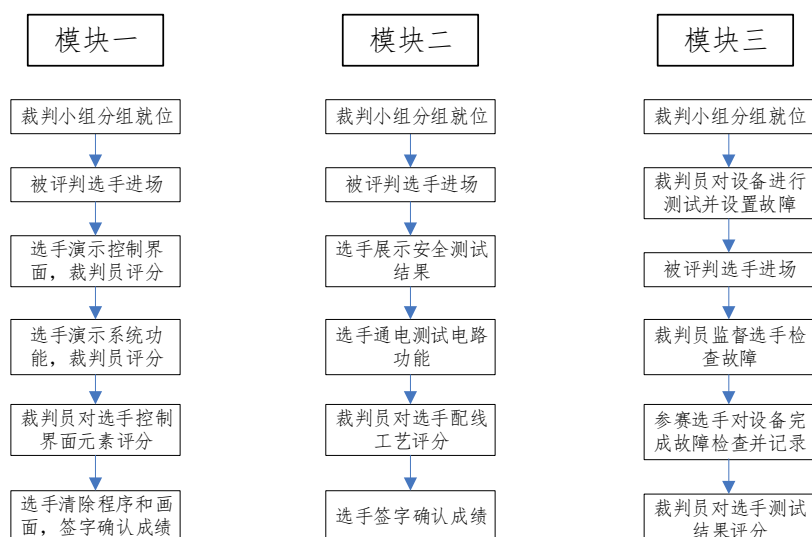
1. 评判原则

评判采取客观评判为主的方式, 针对操作过程中在各个关键点所应呈现的技术指标、系统状态或实现的功能是否符合工作任务书的设计要求, 列出各评判项、评判标准和测试方法以及技术指标进行评判。评分表根据比赛试题制定。

2. 比赛流程

选手需要依据竞赛流转表进行流转, 在一天之内完成全部三个模块的比赛。比赛期间, 每一天的比赛赛题难度相当, 内容不同。选手完成每一个模块的操作后, 等待裁判员评分结束, 代表本模块比赛完成。

3. 评分流程



4. 测量及评价方法

对照评判标准，由若干裁判员根据选手完成工作情况，参照评分项，对选手工作任务完成情况进行集体评测，给出每位被评选手的具体成绩。

六、实际操作竞赛场地与设施

（一）竞赛场地

1. 竞赛工位

单人单工位操作，操作竞赛模块一每人 12 平方米（3 米×4 米），操作竞赛模块二每人 12 平方米（3 米×4 米），操作竞赛模块三每人 5 平方米（2 米×2.5 米）并且相互隔离不可见。

2. 赛场设施

竞赛赛场提供竞赛所需的操作台、椅子、编程计算机等设施，选手不得携带编程计算机进入竞赛区域。

3. 各模块的竞赛设备、技术参数、材料及辅助设施详见附件 1-3。

4. 竞赛工具，赛场提供工具见后续技术文件，选手自带工具清单见表 2。

表 2 选手自带工具清单

| 序号 | 名称 | 数量 | 备注 |
|----|----------|----|---------------------|
| 1 | 万用表 | 1 | 型号自定，建议为数字式自动换挡 |
| 2 | 剥线钳 | 1 | 剥线线径 0.3~2.0 |
| 3 | 尖嘴钳 | 2 | 电工用 1，电子用 1 |
| 4 | 断线钳 | 2 | 电工用 1，电子用 1 |
| 5 | 压线钳 | 1 | E 系列针式端子压线专用 |
| 6 | 试电笔 | 2 | 耐压值不低于 1500V |
| 7 | “一”字电工改锥 | 3 | 电工用二号，三号，电子用 1 |
| 8 | “十”字电工改锥 | 3 | 电工用二号，三号，电子用 1 |
| 9 | 电烙铁 | 1 | 功率 25W~40W，内热式 |
| 10 | 活动扳手 | 1 | 长度 250mm，开口量 0-30mm |
| 11 | 安全保护用品 | 1 | 鞋、衣、帽、防护镜等 |
| 12 | 文具 | 1 | 含钢笔、铅笔、橡皮、三角板、线号笔 |

注：选手禁止使用电动工具参加比赛。

七、竞赛安全

（一）赛场安全

1. 赛场所有人员（赛场管理与组织人员、裁判员、参赛人员以及观摩人员）不得在竞赛现场内外吸烟及喧哗，不听劝阻者给予通报批评或清退比赛现场，造成严重后果的将依法处理。

2. 未经允许不得使用和移动竞赛场内的任何设施设备（包括消防器材等），工具使用后放回原处。

3. 选手在竞赛中必须遵守赛场的各项规章制度和操作规程，安全、合理地

使用各种设施设备和工具，出现严重违章操作设备的，裁判视情节轻重进行批评和终止比赛。

4. 选手参加实际操作竞赛前，应认真学习竞赛项目安全操作规程。竞赛中如发现问题应及时解决，无法解决的问题应及时向裁判员报告，裁判员视情况予以判定，并协调处理。

5. 参赛选手不得触动非竞赛用仪器设备，对竞赛仪器设备造成损坏，由当事人承担赔偿责任（视情节而定），并通报批评；参赛选手若出现恶意破坏仪器设备等情节严重者将取消比赛资格，并依法处理。

6. 比赛期间所有进入赛区车辆、人员需凭证入内，并主动向工作人员出示。

7. 赛前选手要认真阅读竞赛服务指南和程序册。

8. 各类人员须严格遵守赛场规则，严禁携带携带食品、饮料以及比赛严令禁止的物品入内。

9. 严禁携带易燃易爆、挥发性物质和材料等危险品入内。

10. 赛场必须留有安全通道。必须配备灭火设备。赛场应具备良好的通风、照明和操作空间的条件。同时做好竞赛安全、健康和公共卫生及突发事件预防与应急处理等工作。

11. 安保人员发现安全隐患及时通报赛场负责人员。

12. 如遇严重突发事件，在安保人员指挥下，迅速按紧急疏散路线撤离现场。

13. 赛场必须配备医护人员和必需的药品。

（二）安全操作规程

1. 选手必须身着工作服进行比赛，工作服要求采用纯棉材质，形式为长衣长裤，上衣采用拉链式，袖口和下摆有收紧功能，比赛全程要求做到“领口紧、

袖口紧、下摆紧”的三紧要求。

2. 比赛期间，长发（超过 10cm）选手必须把头发束起（或盘起），并穿戴工作帽（布质）进行保护，头发不得散落在工作帽之外。

3. 选手在进行安装布线操作时，必须穿戴硬壳防护头盔（或塑料安全头盔），防止高处掉落物品或磕碰导致受伤。

4. 选手比赛全程需穿着绝缘鞋，绝缘鞋同时要求具有防砸、防穿刺功能。

5. 竞赛过程中，选手需要全程保持竞赛区域的环境整洁有序，防止绊倒，摔倒。

6. 选手使用的工具必须符合电气安全要求，不得使用木工改锥进行电气安装操作。

7. 选手必须使用正规，带有安全认证标志的仪表进行测试和测量。

8. 选手必须爱护竞赛设备和设施，不得使用不合理的方式对设备和设施进行操作，不得使用错误的或者不合理的工具对设备设施进行操作。

9. 安全测试时，选手必须佩戴护目镜和绝缘手套进行操作。

10. 对设备进行测试时，选手不得采用人为强制手段对设备和器件操作。

11. 在低处操作时，必须采用单腿跪姿进行操作，禁止采用蹲姿、坐姿进行操作。

12. 设备进行合闸和按钮操作时，必须使用右手操作，不得双手同时操作设备。

八、开放赛场

（一）比赛承办方应在不影响选手比赛和裁判员工作的前提下提供开放式场

地供参观者观摩。

(二) 比赛承办方应积极做好竞赛的宣传工作。

(三) 参观人员需经过登记审核, 安检和检查携带的物品后, 方可进入赛场。

九、技术支持单位及联系电话

肯拓(天津)工业自动化技术有限责任公司, 付老师 15122282839

附件 1 模块一 工业控制系统编程调试

设备名称：工业自动化仪器仪表实训装置

型 号：CTATC-PCS-1。

1. 位置结构图

设备位置结构图如图 1-1 所示。

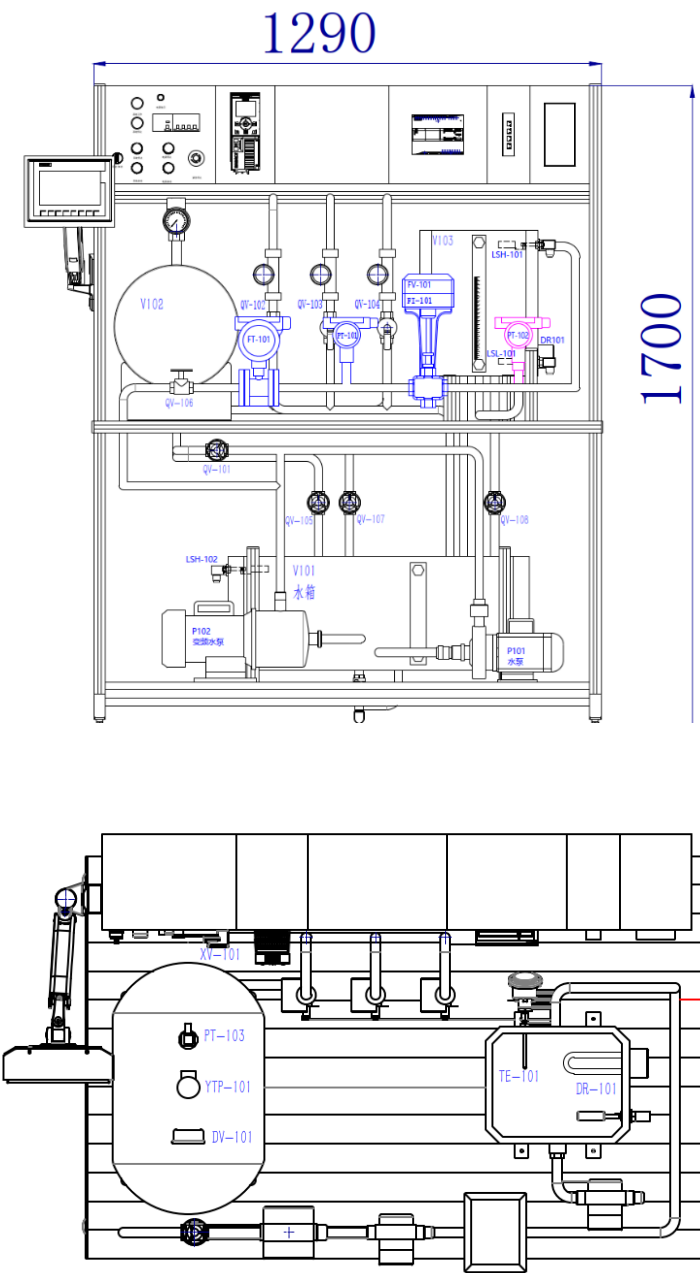


图 1-1 设备结构图

2. 管路原理图

设备管路图如图 1-2 所示。

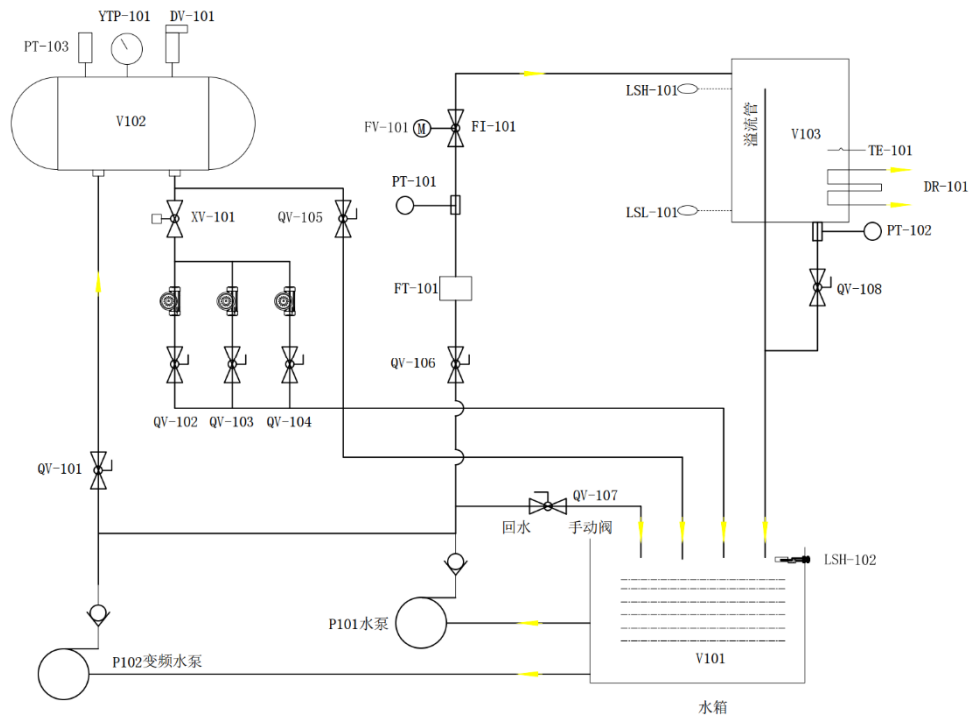
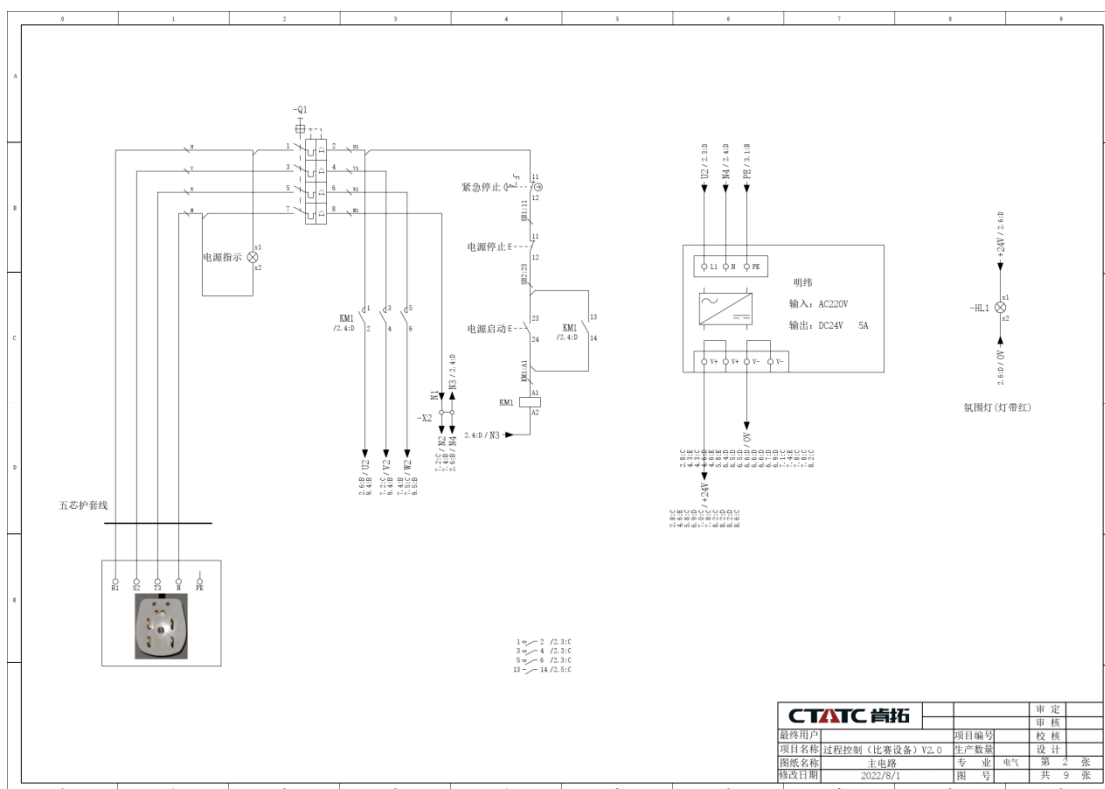


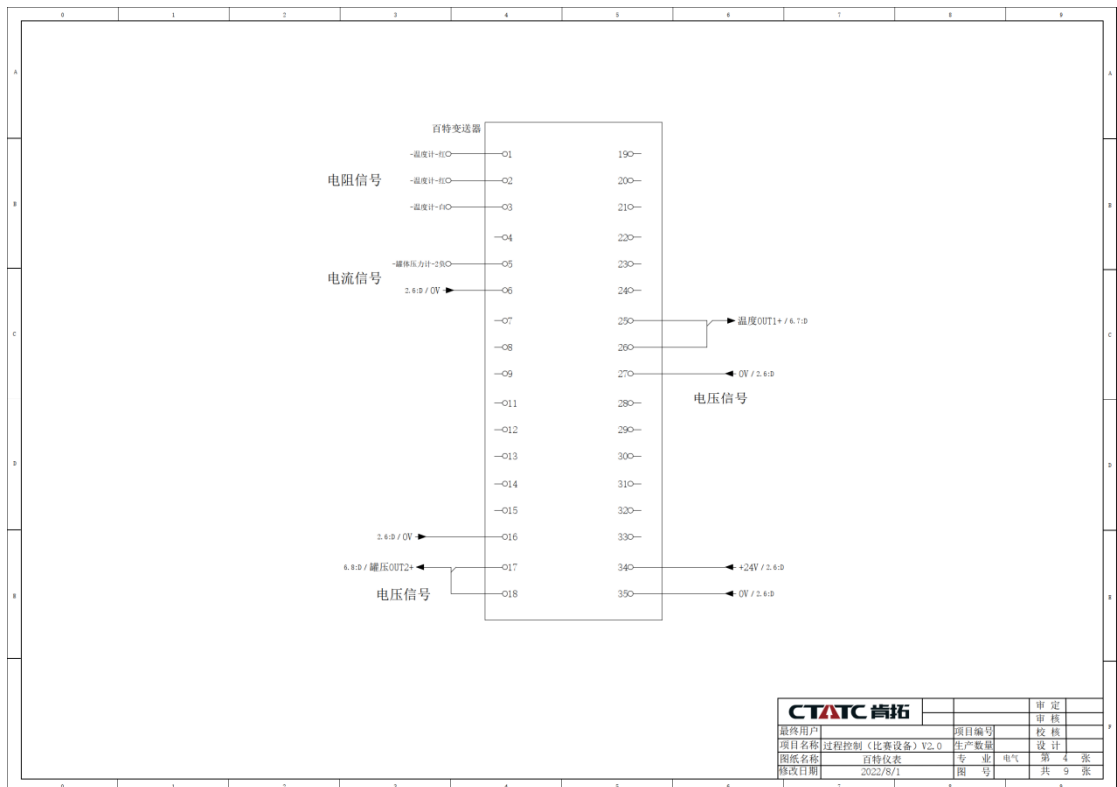
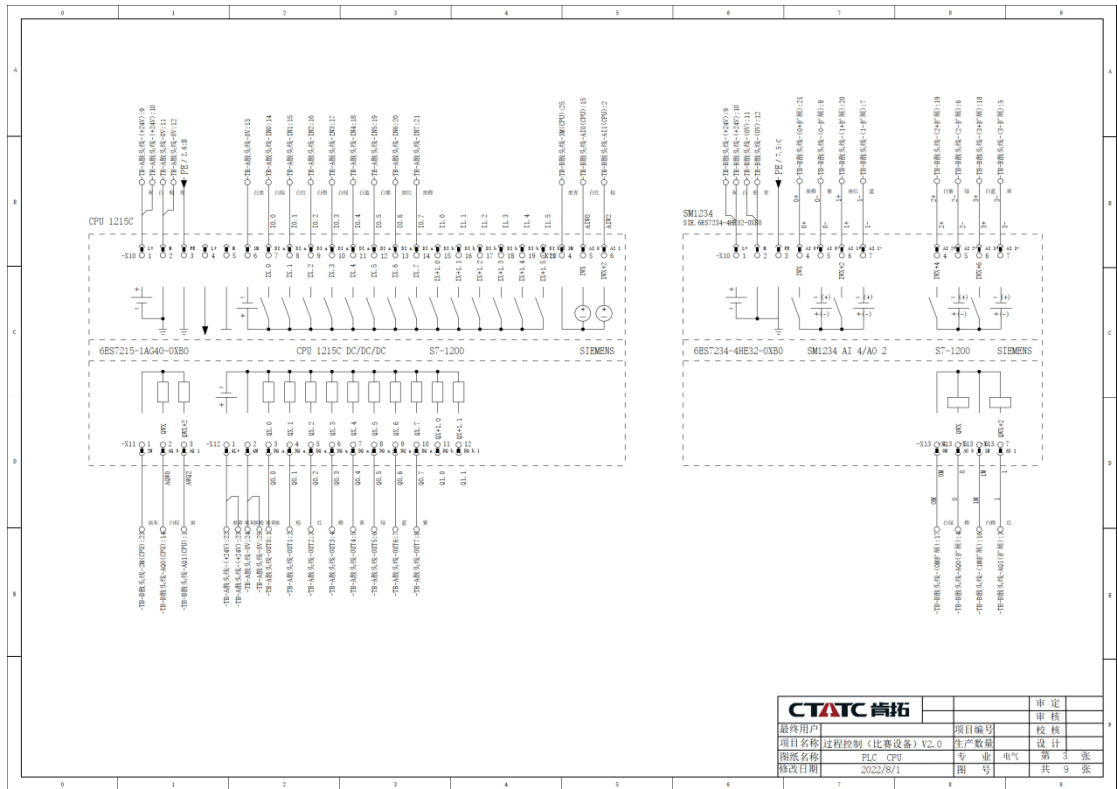
图 1-2 设备管路图

3. 设备接线图

设备接线图如图 1-3 所示。

| 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|-------------------|-------|---|---|---|---|---|---|---|----------|-------|------|-------|---------|-------------------|------|----------------|---------------------|------|------|--|---------|--------|----|--|----------------|----|-------|--|
| <div><div></div><div>肯拓（天津）工业自动化技术有限公司 公司地址 天津市津南区双港科技园丽港园4号楼 公司电话 022-28591199</div></div> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table><tr><td>公司/客户</td><td>*****</td></tr><tr><td>项目描述</td><td>*****</td></tr><tr><td>制造商(公司)</td><td>肯拓（天津）工业自动化技术有限公司</td></tr><tr><td>项目名称</td><td>过程控制（比赛设备）V2.0</td></tr><tr><td>项目负责人</td><td>联系电话</td></tr><tr><td>创建日期</td><td></td></tr><tr><td>编辑日期</td><td>源自(缩写)</td></tr></table> | | | | | | | | | | 公司/客户 | ***** | 项目描述 | ***** | 制造商(公司) | 肯拓（天津）工业自动化技术有限公司 | 项目名称 | 过程控制（比赛设备）V2.0 | 项目负责人 | 联系电话 | 创建日期 | | 编辑日期 | 源自(缩写) | | | | | | |
| 公司/客户 | ***** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 项目描述 | ***** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 制造商(公司) | 肯拓（天津）工业自动化技术有限公司 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 项目名称 | 过程控制（比赛设备）V2.0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 项目负责人 | 联系电话 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 创建日期 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 编辑日期 | 源自(缩写) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table><tr><td colspan="2">CTATC 肯拓</td><td>审定</td><td></td></tr><tr><td>最终用户</td><td>项目编号</td><td>审核</td><td></td></tr><tr><td>项目名称 过程控制（比赛设备）V2.0</td><td>生产数量</td><td>校核</td><td></td></tr><tr><td>图纸名称 封面</td><td>专业 电气</td><td>设计</td><td></td></tr><tr><td>修改日期 2022/7/25</td><td>图号</td><td>共 9 张</td><td></td></tr></table> | | | | | | | | | | CTATC 肯拓 | | 审定 | | 最终用户 | 项目编号 | 审核 | | 项目名称 过程控制（比赛设备）V2.0 | 生产数量 | 校核 | | 图纸名称 封面 | 专业 电气 | 设计 | | 修改日期 2022/7/25 | 图号 | 共 9 张 | |
| CTATC 肯拓 | | 审定 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 最终用户 | 项目编号 | 审核 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 项目名称 过程控制（比赛设备）V2.0 | 生产数量 | 校核 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 图纸名称 封面 | 专业 电气 | 设计 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 修改日期 2022/7/25 | 图号 | 共 9 张 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |





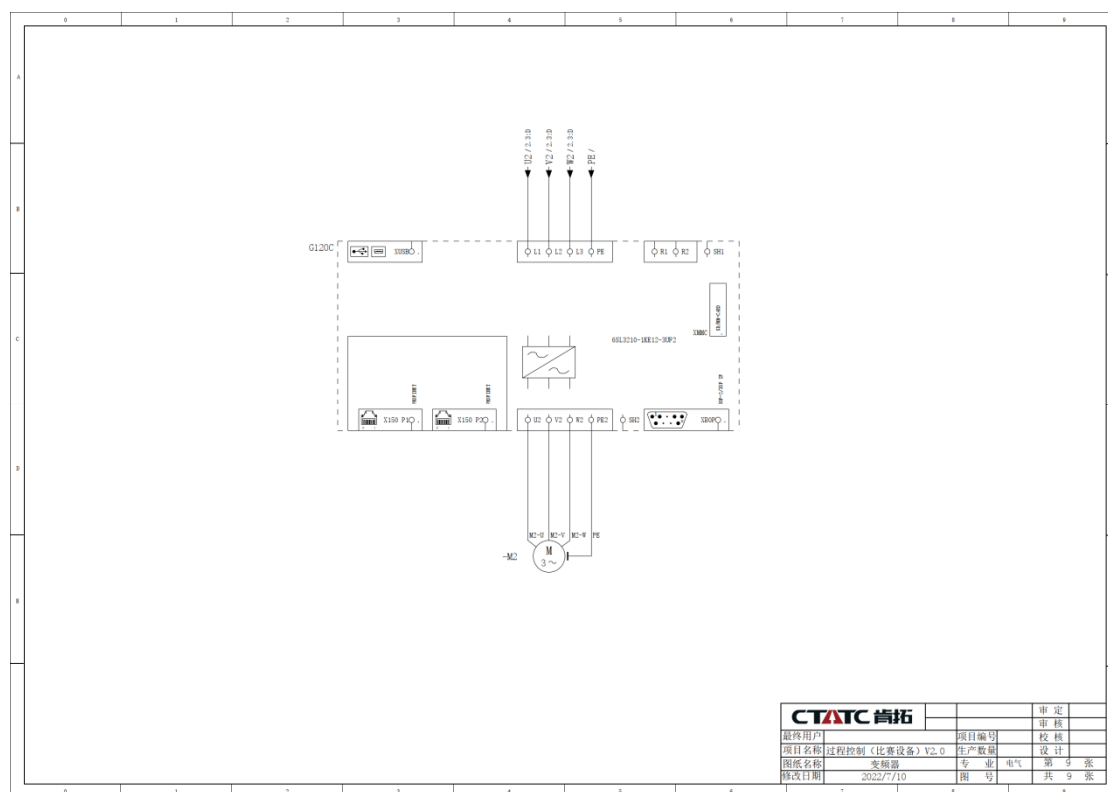


图 1-3 设备接线图

4. 设备主要组成如下

工业自动化仪器仪表实训装置由铝型材桌体、桥式控制盒、电源单元、按钮单元、PLC 控制单元、人机交互单元、变频器单元、智能仪表单元、供水水箱、水罐、圆罐、卧式多级泵、卧式循环泵、透明容器、传感器、电动调节阀、涡轮流量计、压力变送器、加热单元、管路系统和接口模块等组成。

5. 设备主要组成模块如表 1-1 所示

表 1-1 设备主要组成器件表

| 序号 | 模块名称 | 主要配置 | 数量 |
|----|-------|---|-----|
| 1 | 铝型材桌体 | 尺寸：1300×840×1740mm（L×W×H）。 | 1 个 |
| 2 | 桥式控制盒 | 桥式控制盒安装于型材桌体上方，用于固定安装电源单元、仪表单元、变频器单元以及 PLC 控制器单元等。 | 1 个 |
| 3 | 电源单元 | 配有西门子带漏电保护的断路器、西门子开关电源、交流接触器、电源启动按钮、电源停止按钮、紧急停止按钮、电源指示灯以及 DC 24V 开关电源等组成。 | 1 个 |

| | | | |
|----|----------|--|-----|
| 4 | 按钮单元 | 配有绿色系统启动按钮、红色系统停止按钮、转换开关、系统启动指示灯以及系统停止指示灯等。 | 1 个 |
| 5 | PLC 控制单元 | 该 PLC 控制单元配备了 S7-1215C DC/DC/DC PLC 模块、SM1234 AI4/AO2 模拟量模块。 (1) CPU1215C DC/DC/DC 主机, 集成数字量 I/O (直流数字量输入/数字量输出/集成模拟量输入、输出)、以太网通信口; (2) SM1234 集成模拟量 I/O (4 路模拟量输入/2 路模拟量输出)。 | 1 个 |
| 6 | 人机交互单元 | 该单元配备一个 MCGS7 寸彩色触摸屏、显示颜色 65536、分辨率 800*480、有一个 USB 口、一个网口、支持 MODBUS 协议。 | 1 个 |
| 7 | 变频器单元 | 该单元采用 0.75KW 三相变频器。输入电压 AC380V 0.75KW 工业变频器, 集成不少于 5 路数字量输入, 不少于 2 路数字量输出, 不少于 1 路模拟量输入, 不少于 1 路模拟量输出。 | 1 个 |
| 8 | 智能仪表单元 | 该单元采用 FBB800 型智能型四回路、四数显、双输出控制变送仪进行数据采集。 | 1 个 |
| 9 | 卧式多级泵 | 采用 MH202 卧式多级泵。 | 1 个 |
| 10 | 卧式循环泵 | 采用 PUN~201EH 卧式循环泵。 | 1 个 |
| 11 | 电动调节阀 | 采用 ML8824-BV 电动调节阀, 采用 24V DC 供电电压, 可选择 0~10V DC 或 4~20 mA 的输入信号, 功率消耗为: 6VA。 | 1 个 |
| 12 | 压力变送器 | 采用供电为 DC 24V 的, 输出信号为 4-20mA 的压力变送器, 根据压力大小不同选用不同量程的压力变送器 | 2 个 |
| 13 | 涡轮流量计 | 采用 FBF87-2Y 涡轮流量计, 公称通径为 DN15, 工作电源采用 DC24V, 流量范围为 0-1.5m ³ /h, 输出信号是 4-20mA, 准确度等级为 0.5 级。 | 1 个 |
| 14 | 加热单元 | 采用 LTVDS-220V 型调压模块以及加热棒组成。 | 1 个 |
| 15 | 桌面上水箱 | 桌面上水箱位于型材桌面上, 用不锈钢制品焊接而成。 | 1 个 |
| 16 | 桌面上压力 | 桌面上水箱位于型材桌面上, 用不锈钢制品焊接而成, 含有 | 1 个 |

| | | | |
|----|-------|---|-----|
| | 罐 | 压力变送器，安全泄压阀等组成。 | |
| 17 | 桌面下水箱 | 桌面上水箱位于型材桌面上，用不锈钢制品焊接而成。 | 1 个 |
| 18 | 温度传感器 | 温度传感器采用的是 PT100，用于检测水箱内温度。 | 1 个 |
| 19 | 交换机 | 交换机，10/100 自适应非管理型交换机，带 5 个 RJ45 接口，外部 24V 直流供电，带 LED 诊断功能。 | 1 个 |

附件 2 模块二 工业电气设备配线调试

设备名称：电气装置

型 号：CTATC-EI-1

1. 设备布局图

该设备布局如图 2-1 所示。

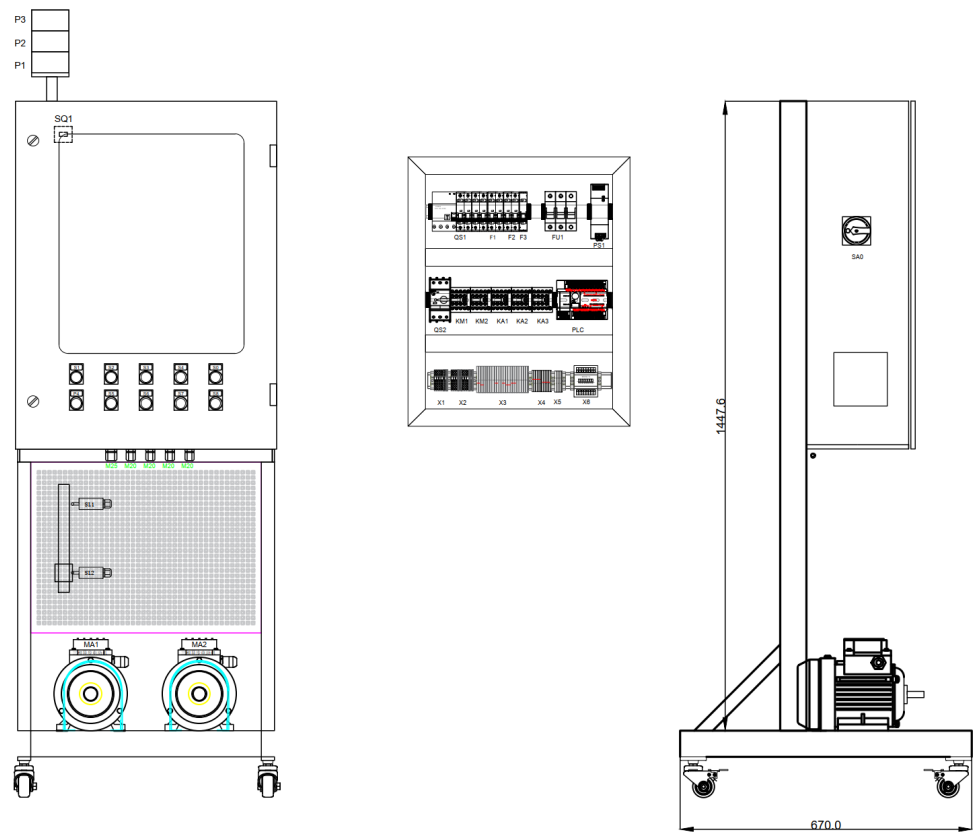


图 2-1 设备布局图

2. 产品概述

如图 2-2 所示，装置是根据《电工》国家职业标准，结合各职业院校、技工院校相关课程教学大纲要求而研制，它是集培训、实训和鉴定为一体的多功能设备。平台框架采用铝合金型材，平台上半部分为电气控制柜，柜内安装有电源模块、PLC 控制系统、继电控制单元等；平台下半部分为检测控制单元和电机执行机构。包含了低压电气控制电路、PLC 电气控制电路等技术，可用于电气控制电

路的安装、接线、调试、运行维护等技术技能的训练。



图 2-2 平台整体外观图

3. 主要技术性能

- (1) 外形尺寸：600mm×680mm×1850mm (L×W×H)
- (2) 供电电源：三相五线制 (AC380V±10% 50Hz)
- (3) 输出功率：≤1KVA
- (4) 工作温度：0℃~45℃
- (5) 工作湿度：30%~75% (无冷凝)
- (6) 柜体材料：工业铝型材和不锈钢结构

4. 主要组成器件

操作区采用开放式设计，电气材料自由组合安装，学员根据具体的实训、考核项目要求，选取器件、组合成相应的实训电路，完成电力拖动线路安装、接线、调试及工艺整理。

平台采用 PLC 控制和继电控制等多种控制形式，对于同一种训练题目，选手可以选用继电控制电路进行完成，也可选用 PLC 与继电控制电路相结合的方式完成。控制柜面板提供多种主令器件，使之可以模拟多种工业控制环境。电气线路采用线槽走线，整洁美观、便于实训考核。具有漏电保护电路和短路保护装置，确保使用者的人身和设备安全。

5. 设备主要组成如表 2-1 所示

表 2-1 电气装置主要组成表

| 序号 | 模块名称 | 主要配置 | | | | | 数量 |
|----|----------|---|-------|---------------|----|----|-----|
| 1 | 控制柜 | 采用威图控制柜，尺寸为：600mm×250mm×800mm (L×W×H)，正面采用亚克力板设计增加可视化，设有 10 个安装孔，可进行按钮、转换开关、急停、指示灯等不同器件的安装。控制柜下方设有 7 个过线孔，分布安装 2 个 AG16 电缆密封套、4 个 AG20 电缆密封套、1 个 AG25 电缆密封套，可进行不同规格、不同种类电线的分布设计。柜门处设有安全门锁。柜子左侧设有通断开关，控制整个设备的电源。 | | | | | 1 套 |
| 2 | PLC 控制单元 | 和利时 LE5107L 14 通道数字量输入/10 通道继电器数字量输出经济型 CPU 模块，输入电源 220VAC，尺寸 115mm×97mm×90mm (W×H×D)。 | | | | | 1 台 |
| 3 | 继电控制单元 | 名称 | 规格 | 型号 | 单位 | 数量 | 1 套 |
| | | 带漏保断路器 | 4PC20 | 5SU9346-1CN20 | 个 | 1 | |
| | | 断路器 | 2P C6 | 5SY6206-7CC | 个 | 2 | |
| | | 断路器 | 1P C6 | 5SY6106-7CC | 个 | 1 | |
| | | 熔断器（底座） | | RT18-32 | 个 | 4 | |

| | | | | | | | |
|---|------------|---|-------------------------|------------------------|----|----|-----|
| | | 熔断器保险芯 | 3A | RT18-3A | 个 | 4 | |
| | | 开关电源 | 24V、5A | 6ES7288-0CD10-0A A0 | 个 | 1 | |
| | | 施耐德电机保护 断路器 | 1-1.6A | GV2ME06C | 个 | 1 | |
| | | 交流接触器 | DC 24V 3 开 1 闭 | LP1K0901BD | 个 | 6 | |
| | | 接触器辅助触头 | 1 开 1 闭 | LADN11 | 个 | 2 | |
| | | 灰色端子 | 1.5mm² | ST1.5 | 个 | 50 | |
| | | 灰色端子 | 2.5mm² | ST2.5 | 个 | 10 | |
| | | 黄绿色端子 | 2.5mm² | ST2.5-PE | 个 | 8 | |
| | | 终端固定件 | | CLIPFIX35 | 个 | 6 | |
| | | 端子盖 | 2.5mm | D-ST2.5 | 个 | 6 | |
| | | 端子盖 | 1.5mm | D-ST1.5 | 个 | 3 | |
| 4 | 限位控制 单元 | 该单元由滑块及两个行程开关组成，可模拟多种工厂环境。 行程开关采用快速触头，1 常开 1 常闭。 形成开关型号：XCKP2102P16 | | | | | 1 套 |
| 5 | 二极管端 子台 | 端子台型号：CTATC-DIODE-M1-V1.0 提供 8 路二极管连接端 子。 | | | | | 1 套 |
| 6 | 主令器件 参数 | 名称 | 型号 | | 数量 | | 1 套 |
| | | 急停按钮（Φ22） | LA39-B2-R02Z/R 2 闭 | | 1 | | |
| | | 转换开关（Φ22） | LA39-B2-11X/K 1 开 1 闭 | | 1 | | |
| | | 绿按钮（Φ22） | LA39-B2-20/G-GT 2 开 | | 1 | | |
| | | 绿按钮（Φ22） | LA39-B2-11/G-GT 1 开 1 闭 | | 3 | | |
| | | 红按钮（Φ22） | LA39-B2-11/R-GT 1 开 1 闭 | | 3 | | |

| | | | | | |
|---|---------|--|---------------|----|-----|
| 7 | 三色警灯 | 名称 | 型号 | 数量 | 1 套 |
| | | 警示灯顶盖 | TL-703C | 1 | |
| | | 警示灯底座 | TL-SZ-1 | 1 | |
| | | 警示灯接线座 | TL-703L | 1 | |
| | | 警示灯绿色 | TL-703ALL/g23 | 1 | |
| | | 警示灯红色 | TL-703ALL/r23 | 1 | |
| | | 警示灯黄色 | TL-703ALL/y23 | 1 | |
| 8 | 三相异步电动机 | 电压：AC 380V/660V±10%、功率：180W、频率：50HZ 接法：Y/△、电流：0.36A、转速：1400r/min 防护等级：IP54、电动机旋转机构部分安装封闭式安全防护装置。 | | | 2 台 |

附件 3 模块三 工厂电气设备故障检查

设备名称：晶闸管控制系统

型 号：CTATC-DSC-1

1. 设备布局图

该设备布局如图 3-1 所示。

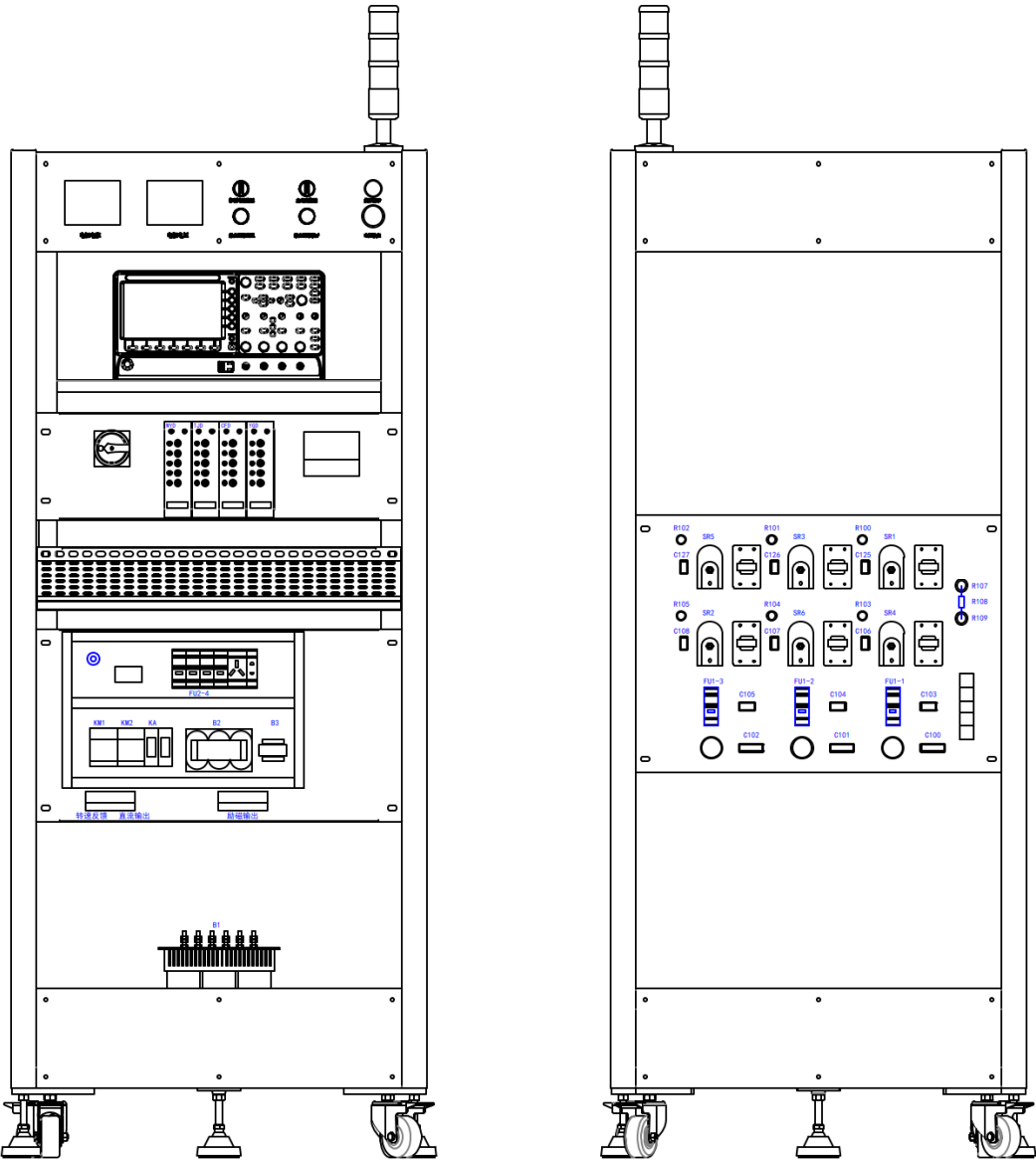


图 3-1 设备布局图

2. 设备结构图

该设备结构如图 3-2 所示。

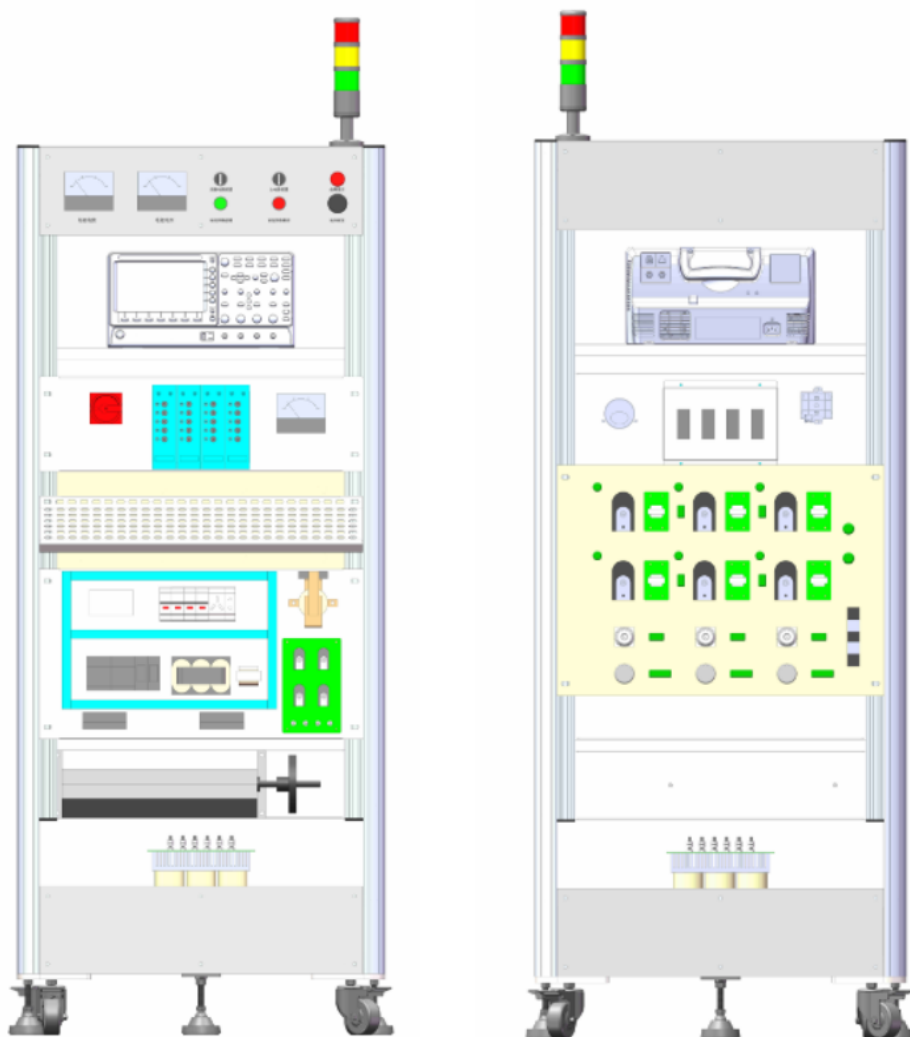


图 3-2 设备结构图

3. 设备概述

CTATC-DSC-1 型晶闸管控制实训装置，可供充电桩等大功率可调直流电源使用，也可作为拖动直流电动机调速用。以晶闸管整流器将交流电整流成为可调直流电，并引入电压负反馈，电流截止负反馈等，组成稳定的电源调节系统。

本系列设备主电路采用三相全控桥，用交流电流互感器检测负载电流。设备内装有保护报警电路，当快速熔断器熔断，直流输出过流或短路，保护电路发出

指令，可自动切除主电路电源，同时故障指示灯发亮，直至操作人员切断控制装置电源，故障指示灯才可熄灭。保护电路的设置提高了设备运行的安全性。

本装置采用柜式结构，柜内最下层安装整流变压器，其他部件由下而上分层安装于柜内的立柱上。

4. CTATC-DSC-1 型晶闸管控制系统组成

- 主电路整流变压器、快速熔断器；
- 继电顺序控制电路、短路保护熔断器；
- 缺相保护报警采样电路；
- 同步变压器、短路保护熔断器；
- 检测电路 使用交流电流互感器检测负载电流的变化。为过流保护电路、电流截止负反馈电路提供取样信号；
- 门极触发脉冲隔离电路 由脉冲变压器、阻容保护电路和保护二极管组成；
- 反馈电压取样电路；
- 给定电路；
- 指示器件和操作器件；
- 直流电源电路 可提供三组直流电源：+15V、-15V 和+24V；
- 示波器与万用表

用来对整个系统电压以及波形进行测量，根据测量结构，调整参数。

示波器参数如下：

示波器采用 UTD21 系列示波器，带宽 100MHz、2 个通道，主频达到 1GS/s、7 英寸彩屏、标配探头 UT-P04。

数字式万用表参数如下：

品牌：优利德；型号：UT136C+

精度：三位半；工作方式：数显

5. 配电盘及电路板图

前配电盘如图 3-3 所示。

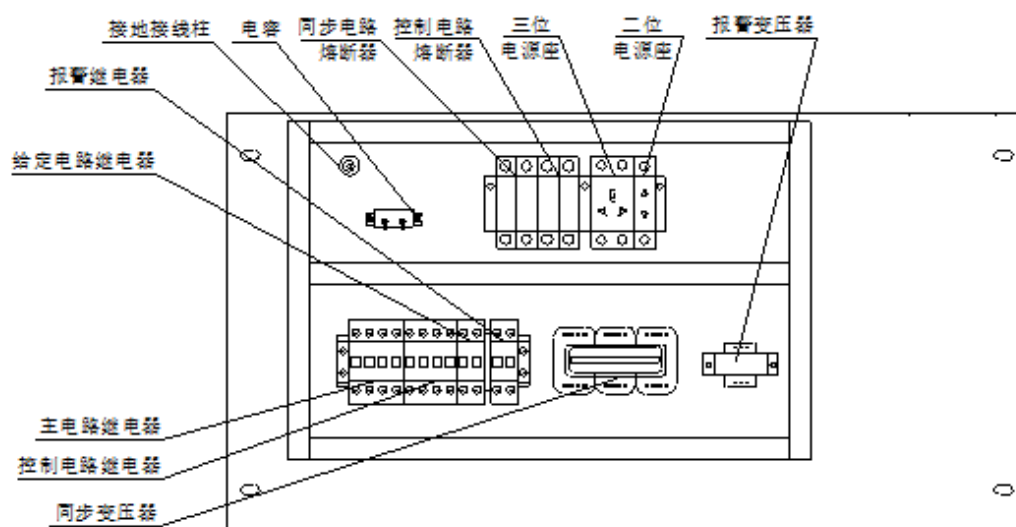


图 3-3 前配电盘位置图配电盘图

后配电盘如图 3-4 所示。

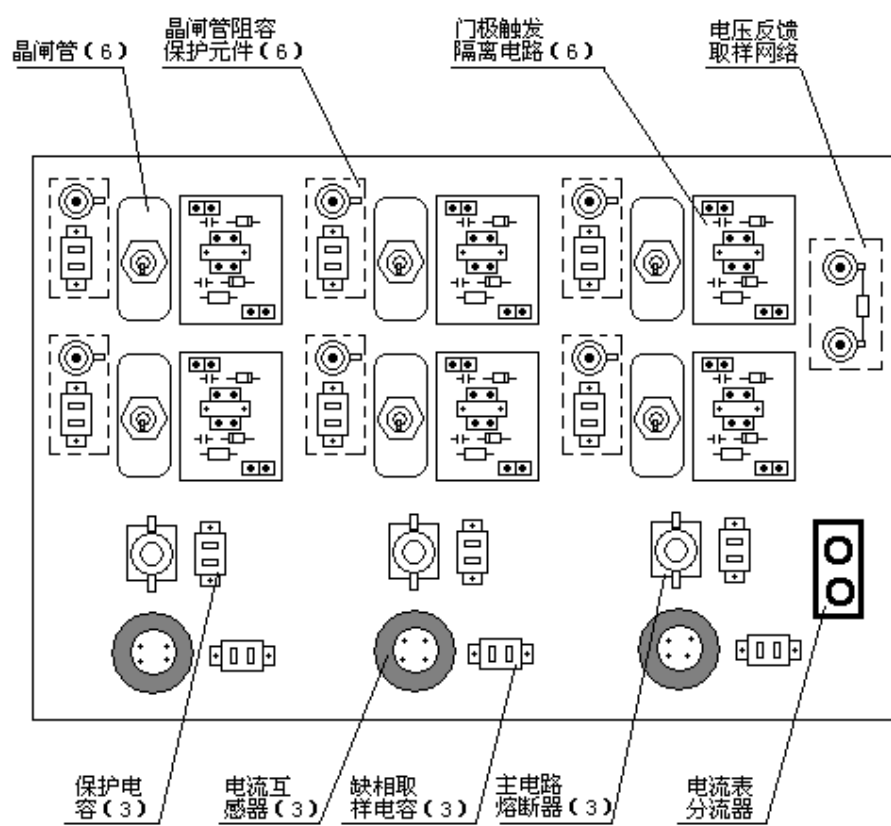


图 3-4 后配电盘位置图

电源板如图 3-5 所示。

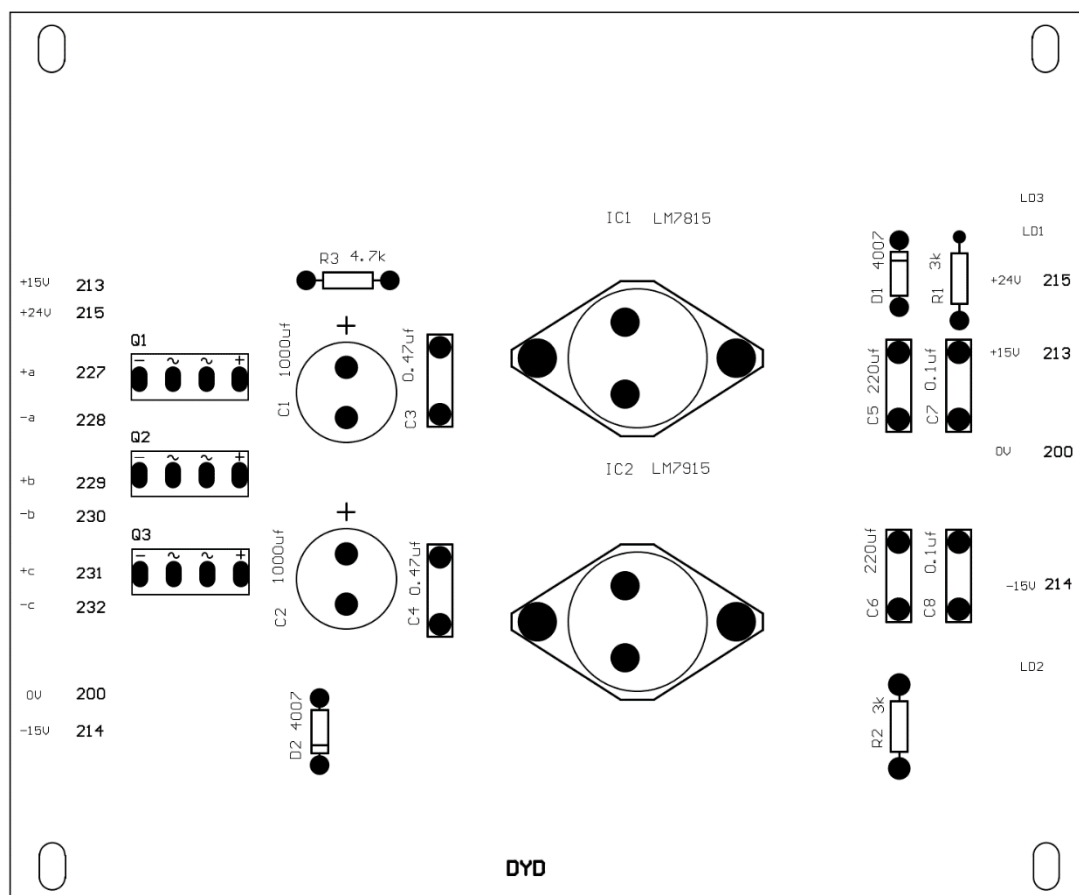


图 3-5 电源板元件位置图

单闭环调节板如图 3-6 所示。

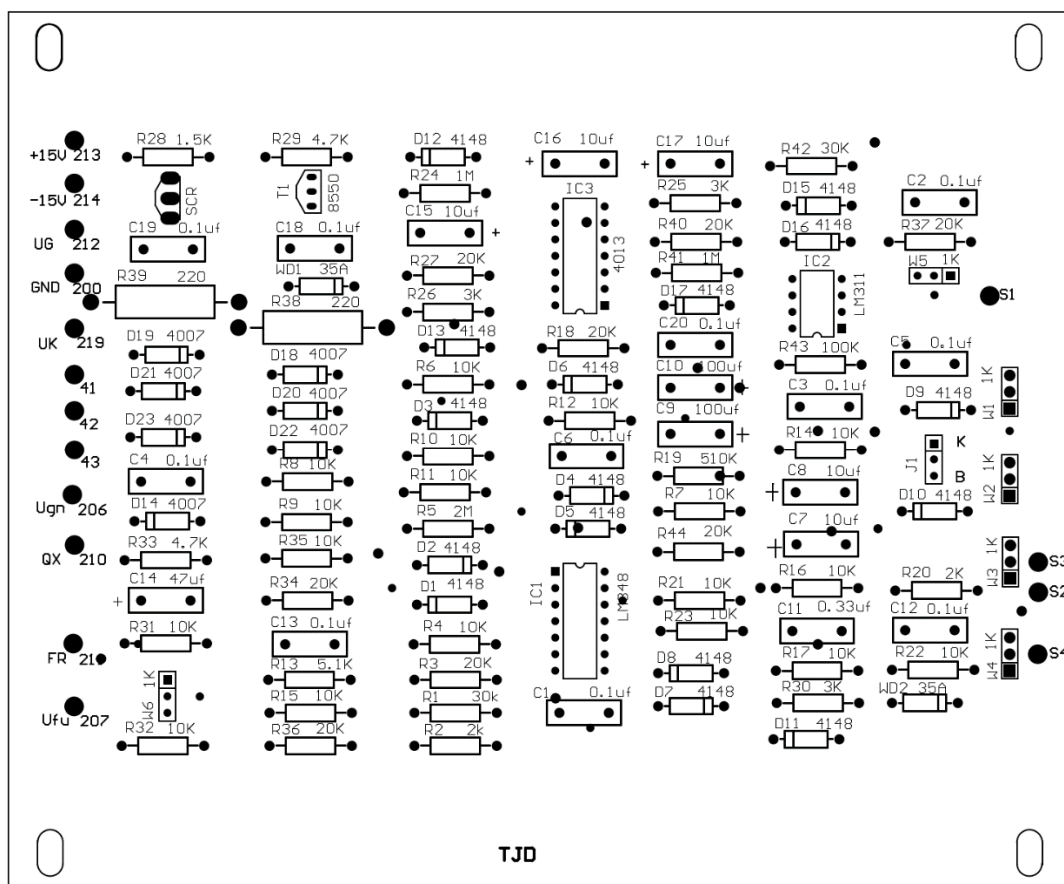


图 3-6 单闭环系统调节板元件位置图

触发板如图 3-7 所示。

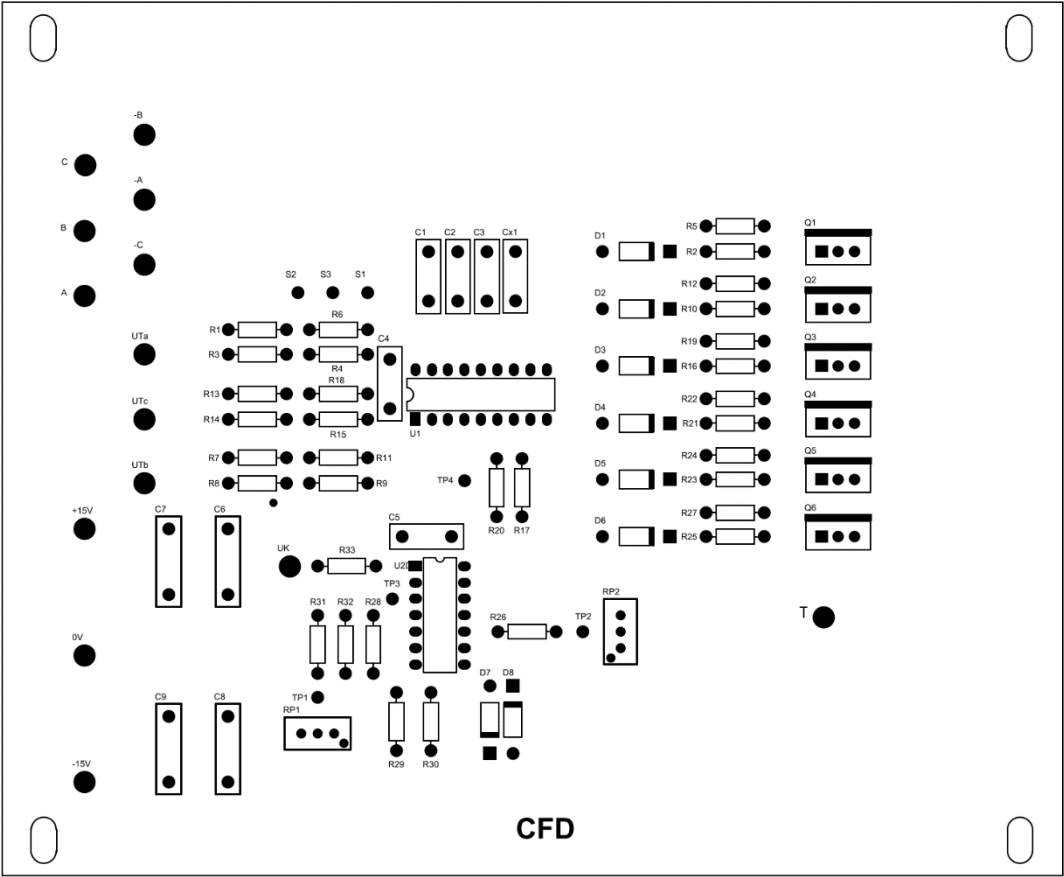


图 3-7 触发板元件位置图

隔离板如图 3-8 所示。

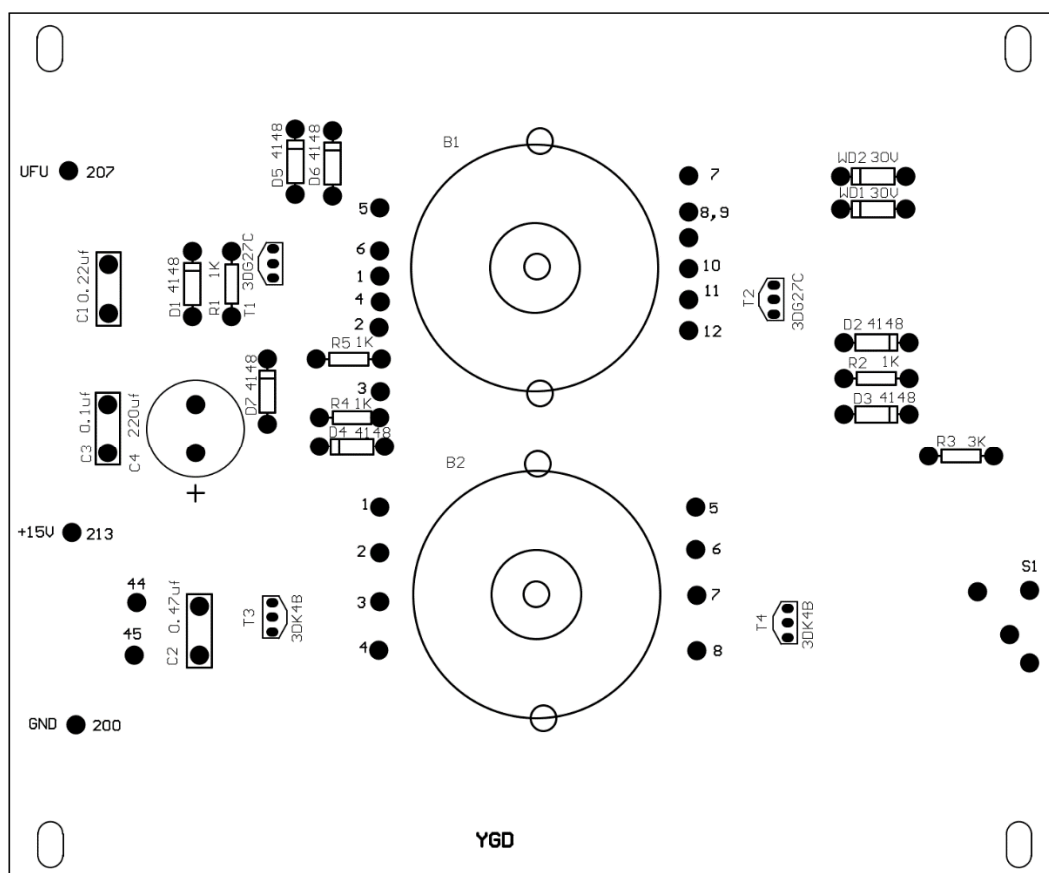


图 3-8 隔离板元件位置图

6. 技术数据及技术指标

- 起动性能：在安全工作区允许范围内可满负荷起动。加速电流允许整定在设备额定电流的 1.5 倍，起动过程平稳无冲击；

- 过载能力：允许短时输出 1.5 倍额定电流，持续时间不大于一分钟；
- 额定运行方式：连续；
- 电源：交流 380V、50Hz；
- 总功率：2KVA；
- 外形尺寸：约 70cm×60cm×185cm；
- 重量：约 75kg。

7. 使用条件和应用范围

- (1) 海拔高度不超过 1000 米；
- (2) 环境温度为-10° ~ +40°，空气相对湿度不大于 85%；
- (3) 周围介质无腐蚀，爆炸及其他危险性气体，无严重灰尘及导电尘埃，无冰雪，雨水浸入机柜内。工作间通风良好，室内无剧烈震动；
- (4) 本系统（阻性负载时）不允许在低于额定电压的 65%的输出额定电流，否则会使硅元件及整流变压器超过额定的温升，致使烧毁。

8. 面板结构与系统接口布局

操作面板如图 3-9 所示。

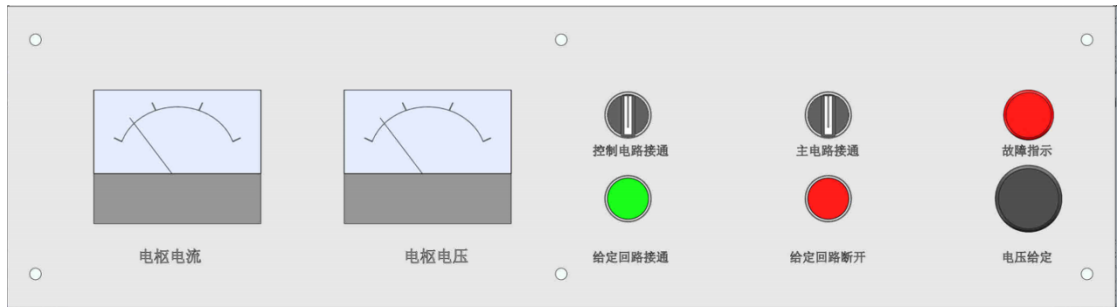


图 3-9 操作面板图

系统接口布局如图 3-10 所示。

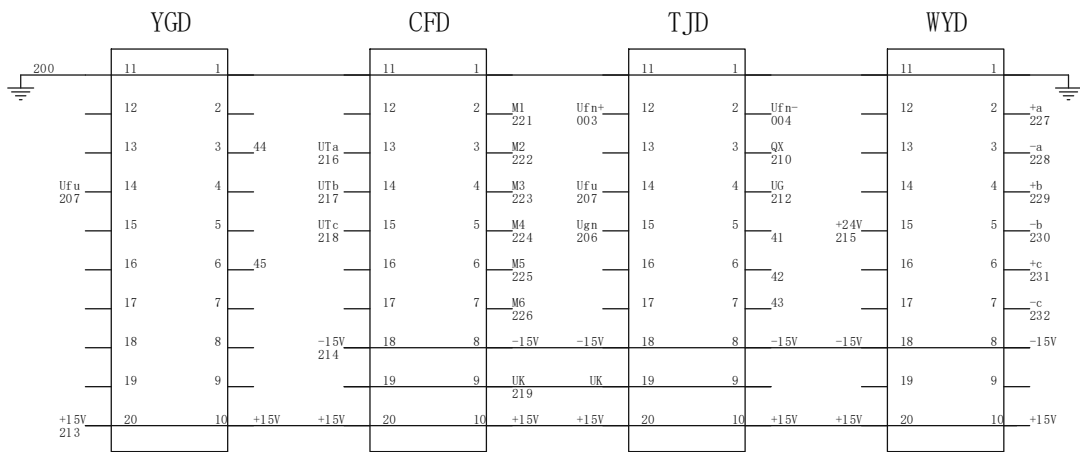


图 3-10 系统接口布局图

9. 系统各部分连接图

晶闸管控制系统各部分连接如图 3-11 所示。

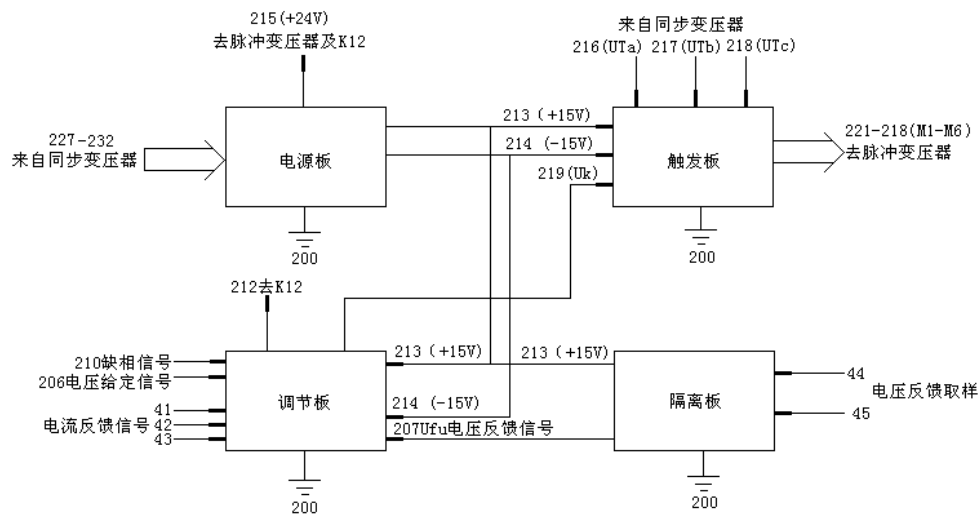


图 3-11 晶闸管控制系统各部分连接图

10. 调试

晶闸管控制系统调试的主要内容和步骤：

在通电调试前，应先对整机（包括接线提示、绝缘、冷却等方面）进行全面的检查。确认无误后方可通电。

1) 校对电源相序 用示波器（或相序表）校对主电源与同步变压器的相序是否对应。使用示波器时，要特别注意安全保护，应将电源接地端断开，但此时机壳带电，必须注意对地绝缘，以防人身触电。

2) 继电控制电路 接通电源，按规定顺序操作面板上的按钮，检查继电器工作状态和控制顺序是否正常，此时各控制板均已拆下，不工作。开机操作顺序如下：

- 接通标有“控制电路接通”的主令开关 SA1，控制回路接触器 KM2 线圈得电，常开触点闭合，控制回路电源接通。

- 接通标有“主电路接通”的主令开关 SA2，主回路接触器 KM1 线圈得电，常开触点闭合，整流变压器 B1 得电，并将三相交流电送至晶闸管整流桥输入端，同时励磁电源得电。

- 按下标有“给定回路得电”按钮 SB2，给定回路继电器 KA 线圈得电，常开触点闭合，给定回路电源接通。

停机操作顺序如下：

- 按下“给定回路断开”按钮，给定电路被切断。
- 关断“主电路接通”主令开关 SA2，KM1 线圈失电，常开触点断开，切断主电路电源。

- 关断“控制电路接通”主令开关 SA1，KM2 线圈失电，常开触点断开，

切断控制电路电源。

3) 对各控制板的调试

(1) 电源板 电源板主要由整流桥 (Q1 ~ Q3) 组成的桥式整流电路, 滤波后接 LM7815 和 LM7915 集成稳压器的输入端, 其输出为各控制板及脉冲变压器提供电源。

首先检查各输入量是否正常。将转接线插入电源板的插座内, 接通电源, 闭合“控制电路接通”主令开关, 使用万用表逐点测量各输入电压是否正常 (200 号线对 227、228、229、230、231、232 号线应为交流 17V 电压), 断电后将电源板安装好, 再次闭合控制电路, 测量各输出点电压是否正确, 既有无+24V, +15V, -15V 输出 (S4 测试点对 S1 测试点应为 24V, 对 S2 测试点应为+15V, 对 S3 测试点应为-15V); 如果数值正确, 前面板的三个发光二极管应正常发亮。前面板的各测试点的含义如下:

S1: +24V 测试点。

S2: +15V 测试点。

S3: -15V 测试点。

S4: 参考电位测试点。

控制盒前视图 如图 3-12 所示。

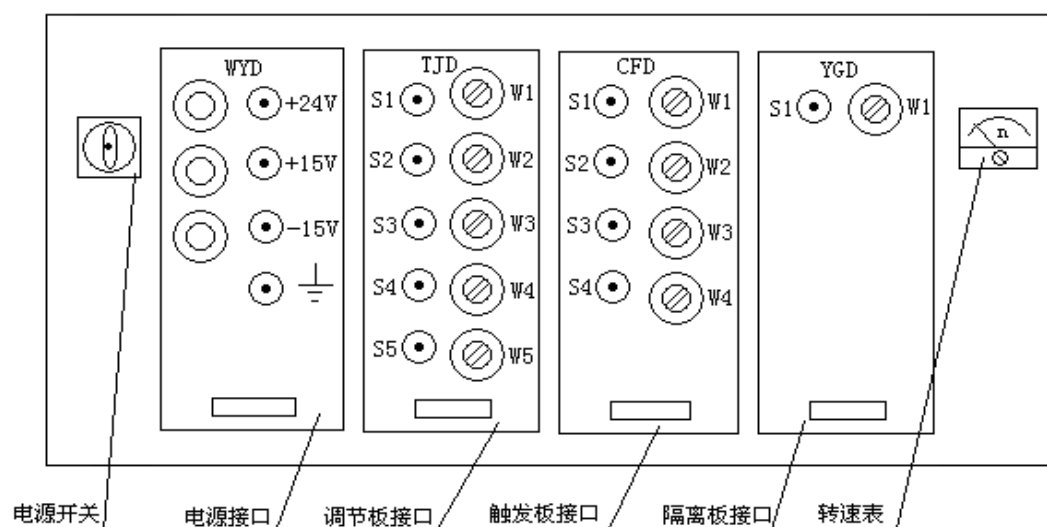


图 3-12 控制盒前视图

(2) 隔离板 首先检查各输入量是否正常, 即+15V 是否正常, 接线是否正确。而后插入电源板和隔离板, 此时主电路尚未工作, 所以 44#与 45#线均无电压。闭合控制电路应有蜂鸣声, 则表示振荡变压器工作正常, 2KHz 方波已经产生。前面板的各调节电位器和测试点的含义如下:

W1: 电压反馈值调整电位器

S1: 电压反馈值测试点

(3) 触发板 触发板主要为晶闸管提供双窄脉冲。前面板的各调节电位器和测试点的含义如下:

WA: 斜率 (U 相的斜率) 电位器

S1: 斜率值 (U 相)

WB: 斜率 (V 相的斜率) 电位器

S2: 斜率值 (V 相)

WC: 斜率 (W 相的斜率) 电位器

S3: 斜率值 (W 相)

WP: 偏置电压 (初相角) 电位器

S4: 偏置电压值

此时由于没有调节板安装, 所以 $U_k=0V$ 。闭合控制电路, 首先用转接线分别测量各输入量是否正确。即+15V, -15V, U_{ta} , U_{tb} , U_{tc} , 0V, 正确后, 断电, 将触发板安装好, 再次闭合控制电路, 调节电位器 W1, W2, W3, 并测量各测试点 S1、S2、S3 电压均为直流电压 6v, 调节电位器 W4 即改变 U_p 的值, 调节 U_p 到-6V 左右。

(4) 调节板 调节板是控制电路的核心, 它主要由给定积分放大器、零速封锁电路、滤波型调节器、速度调节器、电流调节器、过电流整定电路、缺相保护电路、保护报警电路、过流保护电路等组成。前面板的各调节电位器和测试点的含义如下:

W1: 正限幅电位器, 其整定值为最小整流角 S1: 电压给定值测试点

W2: 负限幅电位器, 其整定值为最小逆变角 S2: PI 调节器输出值测试

点

W3: 截流值大小调整电位器

S3: 过流值测试点

W4: 过流值大小调整电位器

S4: 截流值测试点

W5: 过流值设定电位器

W6: 给定积分值调整电位器 (在线路板上)

首先检查各输入量是否正常, $-15V$, $+15V$, $U_g=0-10V$, $U_{fu}=0V$, $Q_x=0V$, 而后将调节板安装好, 把短路环放在开环位置, 测量 $U_k=0-10V$ 。闭合主电路, 观察输出是否连续可调。

4) 开环调整 (阻性负载) 各板调整好以后, 进行整机联调。

(1) 初始相位角的调整。将四块功能板安装好, 将调节板置于开环状态, 给定调节电位器调至最小, 并接通控制电路、主电路和给定电路, 调节给定调节电位器使 $U_g=0V$, 调整触发板的 WP 电位器, 使 $U_d=0V$, 初始相位角调整结束。

调节给定调节电位器, 逐渐加大给定电压至最大值, 观察电压表的变化, 电压指示应连续增加至 $300V$, 且线性可调。

(3) 确定各反馈量极性。调节给定电位器, 使主电路有直流输出, 测量各反馈量极性是否正确, $U_{fu}=0-10V$ 。

至此系统开环状态已调整好。其正常状态为:

$U_{WA}=6V$ 、 $U_{WB}=6V$ 、 $U_{WC}=6V$ 、 $U_{WP}=-6V$; $U_g=0V$ —— $10V$, $U_d=0V$ —— $300V$, 且连续可调; 负载电流表有一定的电流值。注: 参数为参考电压值, 不同负载可能参数整定有偏差。

5) 闭环调试 将隔离板上的电压反馈电位器 W1 (逆时针) 调整到最大 (即取消反馈电压); 将调节板上的限幅电位器 W1 调至限幅值为 $5V$ 左右; 调节给

定位器,逐渐加大给定电压使给定值达到最大,输出电压应为最大即 $U_d=300V$;调节调节板上的限幅电位器 W1,使输出电压 $U_d=270V$;逐渐加大隔离板上的电位器 W1 (顺时针),使输出电压 $U_d=220V$,此时闭环调整结束。其正常状态为:

$U_{WA}=6V$ 、 $U_{WB}=6V$ 、 $U_{WC}=6V$ 、 $U_{WP}=-6V$; 限幅值为 $5V$ 左右;
 $U_g=0V$ —— $10V$, $U_d=0V$ —— $220V$, 且连续可调; 负载电流表有一定的电流值。

6) 带电阻箱负载时, 过流值的整定和截流值的整定

- 过流值的整定 将调节板内的 W5 的输出电压调到 $6-7V$, 闭合各电路, 调节给定电位器, 使输出电压达到 $220V$; 增加负载 (即调节电阻箱的阻值), 负载电流增加, 当电流表指示电流值达到设定额定电流值的 2.2 倍时, 停止增加负载; 调整调节板上的电位器 W4, 使保护电路动作, 即切断主电路, 故障指示灯亮; 此时整调节板上的电位器 W4 的电压值为) 过流值的整定值。切断控制回路, 将电阻箱的阻值复原。

- 截流值的调整 将调节板上的电流截止负反馈电位器 W3 顺时针调到最大, 闭合各电路, 调节给定电位器, 使输出电压达到 $220V$; 增加负载 (即调节电阻箱的阻值), 负载电流增加, 当电流表指示电流值达到设定额定电流值的 1.5 倍时, 停止增加负载; 调整调节板上的电流截止负反馈位器 W3 (逆时针), 当电压表数值开始减小时, 停止调节电流截止负反馈位器 W3, 再增加负载, 此时负载电流基本保持不变, 而输出电压却在下降。截流值整定调试完毕。

至此, 系统调整完毕。

11. 操作及注意事项

启动:

(1) 闭合 SA1 (本身带自锁), KM2 线圈得电, 主触头闭合, 将 U、V、W

和 36、37、38 接通，使同步和电源变压器得电，控制电路开始工作。36#线得电和 KM2 辅助常开触头的闭合，为主电路和给定回路的接通做好准备。

(2) 闭合 SA2 (本身带自锁)，KM1 线圈得电。主触点接通三相电源与主变压器得电。KM1 的辅助常开触点闭合。①使控制电路接触器 KM2 线圈始终接通，保证主电路得电时，控制电路不能被切断。②为给定回路的接通做好准备。

(3) 按下 SB2，给定回路接通，KA 得电自锁，启动完成。

(4) 调节给定电位器，逐渐增加至最大。

停止：

(1) 调节给定电位器，逐渐减至最小。

(2) 按下 SB1，切断给定回路。

(3) 断开 SA2，切断主电路。

(4) 断开 SA1，切断控制电路。

注意事项

- 在进行继电线路和各功能板首次调试时，应断续供电，以免存在故障损坏设备。

- 调节反馈量时，负反馈应从最强位置往小调节。

- 调锯齿波斜率时，应以示波器为准。

- 设备在出厂时均经过系统调整，符合技术条件，使用前一般无需调整，若因搬运或久置，使电位器锁紧螺母松动及某些部位接触不实而影响正常工作时，如需复调可参照下述步骤进行。

- 晶闸管控制系统调试的一般步骤：先单元电路测试，后整机测试；先开环调试后闭环调试；先轻载调试后满载调试。

系统组成及工作过程

晶闸管控制系统由晶闸管整流电路、给定器、调节器、集成移相脉冲触发器、电压负反馈、电流截止负反馈、继电控制电路、保护电路等组成。线路系统方框图如下图所示。

整流变压器

整流变压器用于电源电压的变换。为了减少对电网波形的影响，整流变压器接线采用 $\Delta/Y0-11$ 方式。

晶闸管控制系统框图如图 3-13 所示。

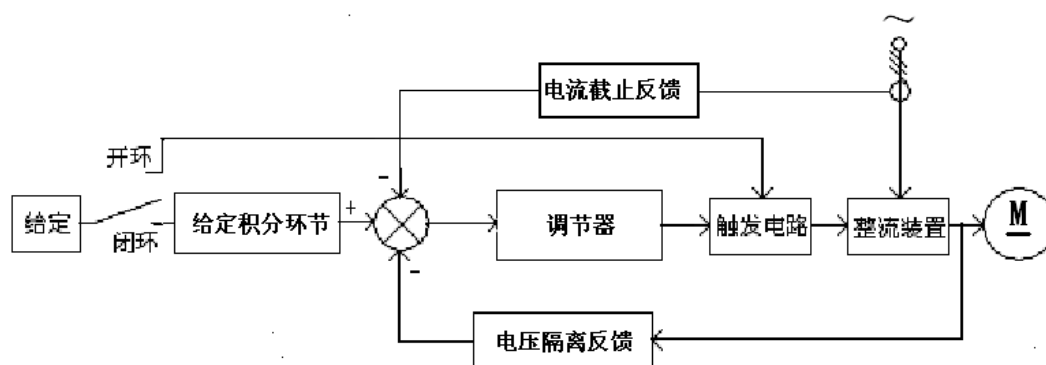


图 3-13 晶闸管控制系统框图

晶闸管可控整流部分

主电路采用三相桥式整流电路，三相交流电经交流接触器 KM1 引至整流变压器 B1 原边，经电压变换后过快速熔断器 RSO 引至三相桥式可控整流电路，经整流后，输出直流电源，向被控电动机电枢馈送电能。通过控制晶闸管整流元件的导通角度，就可以调整整流电路的输出直流电压。主电路图如图 3-14 所示。

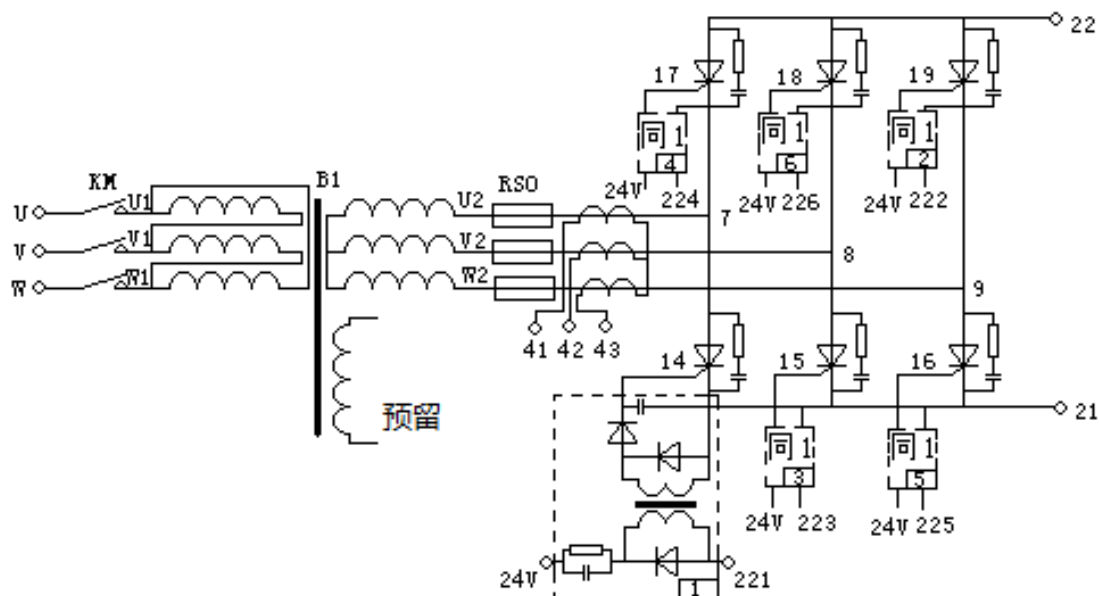


图 3-14 主电路图

继电保护原理图，如下图 3-15 所示。

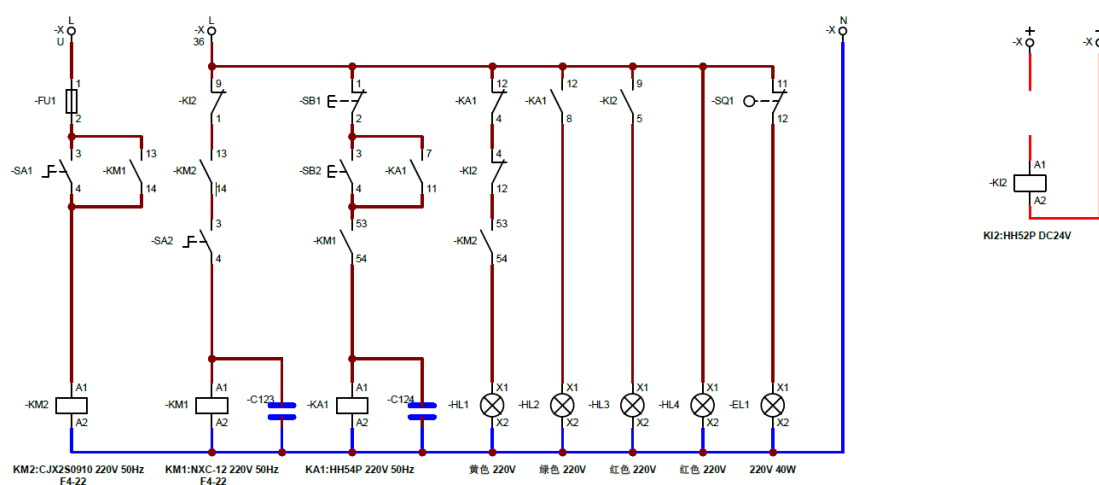


图 3-15 继电保护原理图

系统工作过程：系统正常工作时为闭环状态。

- 闭合 SA1（本身带自锁），KM2 线圈得电，主触头闭合，将 U、V、W 和 36、37、38 接通，使同步和电源变压器得电，控制电路开始工作。36#线得电和 KM2 辅助常开触头的闭合，为主电路给定回路的接通做好准备。电源板上三个

指示灯亮。

- 闭合 SA2 (本身带自锁), KM1 线圈得电。主触点接通三相电源与主变压器得电。KM1 的辅助常开触点闭合。①使控制电路接触器 KM2 线圈始终接通, 保证主电路得电时, 控制电路不能被切断。②为给定回路的接通做好准备。

- 按下 SB2, 给定回路接通, KA 得电自锁, 启动完成。

- 调节给定电位器, 给定电压 U_g 经调节板上的调节放大器转换成 U_k , 输出给触发板上的触发电路, 使触发电路输出脉冲, 经脉冲变压器隔离变换, 加到晶闸管的门极, 将晶闸管触发导通, 使设备启动; 调节给定电位器, 输出电压表指示值逐渐增加; 当给定电位器调至最大时, 输出电压指示值为 220V; 输出电压达到额定电压。

- 当负载增加使电流增加时, 系统的截流保护电路就起作用; 当系统发生过电流故障时, 过流保护电路就起作用, 将主电路切断并发出灯光报警。

- 停止系统时, 先将给定电位器调至最小, 再按下 SB1, 切断给定回路; 断开 SA2, 切断主电路; 断开 SA1, 切断控制电路。

12. 系统一般故障处理

当系统发生故障时, 应立即切断系统的电源。并报告有关人员。下表 3-1 列出了系统常见故障现象和一般的处理方法, 可供维修时参考。

表 3-1 故障现象、故障点及排查方法

| 序号 | 故障现象 | 故障区域 (点) | 排查方法 (或原因) |
|----|---------|---|---|
| 1 | KM1 不闭合 | (1) U 相电压为零; (2) KM2 主触头没有闭合; (3) U 相保险及其处电路断开; (4) SA2 无法闭合及接线断 | 测量方法: 用万用表电压档 测量 U 到 N 是否为 220v, 正常, 闭合 SA1 测量 KM2 闭合情况, 36 到 N 是否为 220v, 闭合 SA2, 测量 105, 107, |

| | | | |
|----|-------------------------|---|-----------------------------------|
| | | 路; (5) KM2 常开闭合不上; (6) KM1 线圈或外接线断路。 | 106 是否正常。 |
| 2 | KA 不闭合 | (1) 电源缺相 U 到 33; (2) KM2 主触头闭合不上, 33 到 36; (3) SB1 常闭按钮开始, 36 到 110; (4) SB2 启动按钮无法闭合; (5) KM1 常开连锁触头无法闭合; (6) KA 线圈或外部接线开始。 | |
| 3 | KA 不能自锁 | 停止按钮 SB1 无法断开或短路, 36 到 110。 | |
| 4 | KM1 闭合, KA 闭合, 并不停地闭合打开 | KA 的锁常开或常闭。 | |
| 5 | 没有输出电压 $U_d=0V$ | 断开负载, 晶闸管不能导通, 电流 I_d 没有达到 I_h , 可控硅不能导通。 | |
| 6 | 电路保护启动 | 断开快熔, 缺相保护。 | |
| 7 | 没有+15v 输出, 其它正常 | 断开 7815 的输入或输出。 | 检查 7815 的输入电压正常, 输出为 0v, 电阻法检查接线。 |
| 8 | 没有-15v 输出, 灯不亮 | 断开 7915。 | |
| 9 | 相序不正确, 电压在小范围内可调波动 | 改变 U_{ta} , U_{tb} , U_{tc} 的顺序。 | |
| 10 | 对应该相脉冲 | Kco4 损坏。 | 据 U_d 和 U_{vt} 波形判故障。 |

| | | | |
|----|--|-----------------|--|
| | 没有输出 | | |
| 11 | 开环正常，闭环没有 U _k 输出，U _d =0 | 断开+15v 或-15v。 | 原因：LM324 没有电压，无法正常工作。 |
| 12 | 上电，则保护 电路工作 | 断开 W5 的+15v 电源。 | 比较电压过低。 |
| 13 | 接通电源，电路保护 | LM311 损坏。 | LM311 始终输出+15v，保护 电路上电工作。 |
| 14 | 没有 U _k 输出 | LM324 损坏。 | 给定积分器，比例放大器均 损坏 U _k =0v。 |
| 15 | 振荡电路不工作， 没有蜂鸣声 | 断开+15v。 | |
| 16 | 没有反馈电压，隔离 电路不工作 | 断开，44#或 45#。 | |
| 17 | 没有反馈电压输出 | 断开 D5 或 D6。 | 振荡电路及隔离电路正常。 |

13. 电路原理图

图一 主电路及继电保护系统原理图

图二 电源板原理图

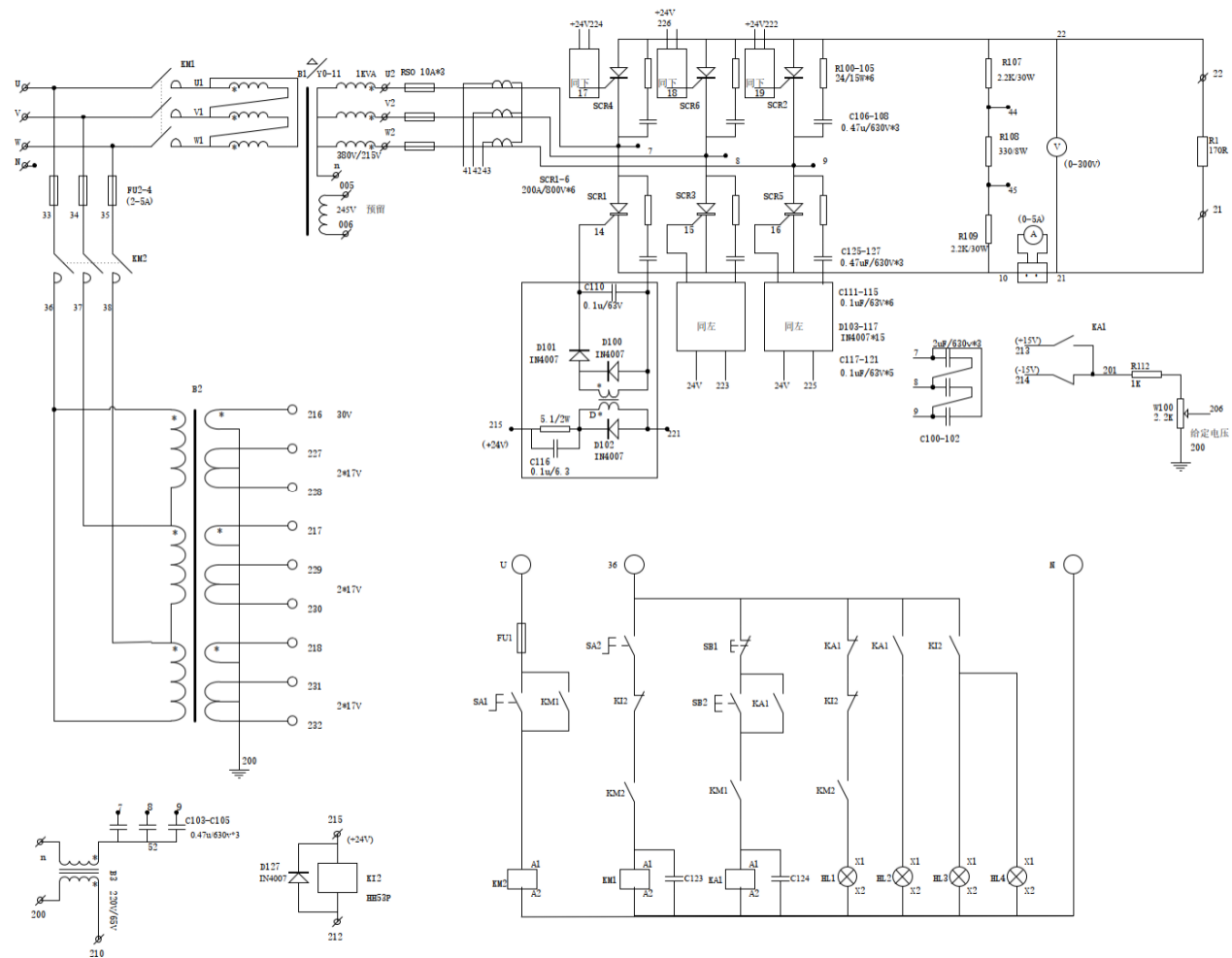
图三 调节板原理图

图四 触发板原理图

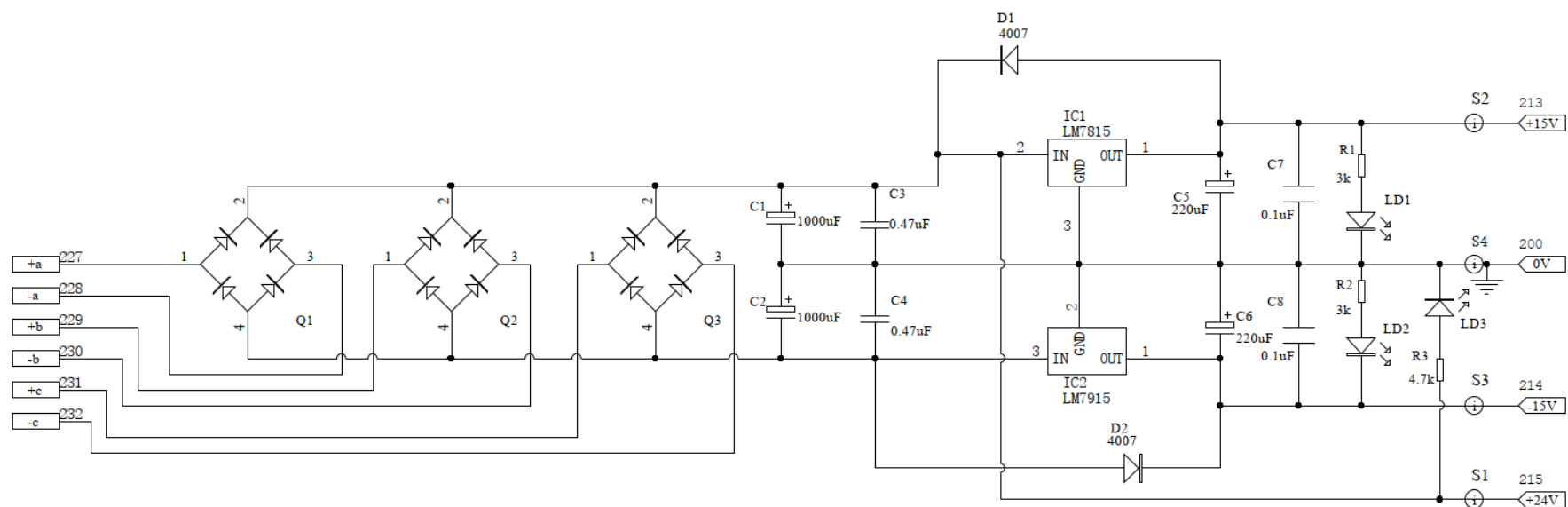
图五 隔离板原理图

图六 控制盒前视图

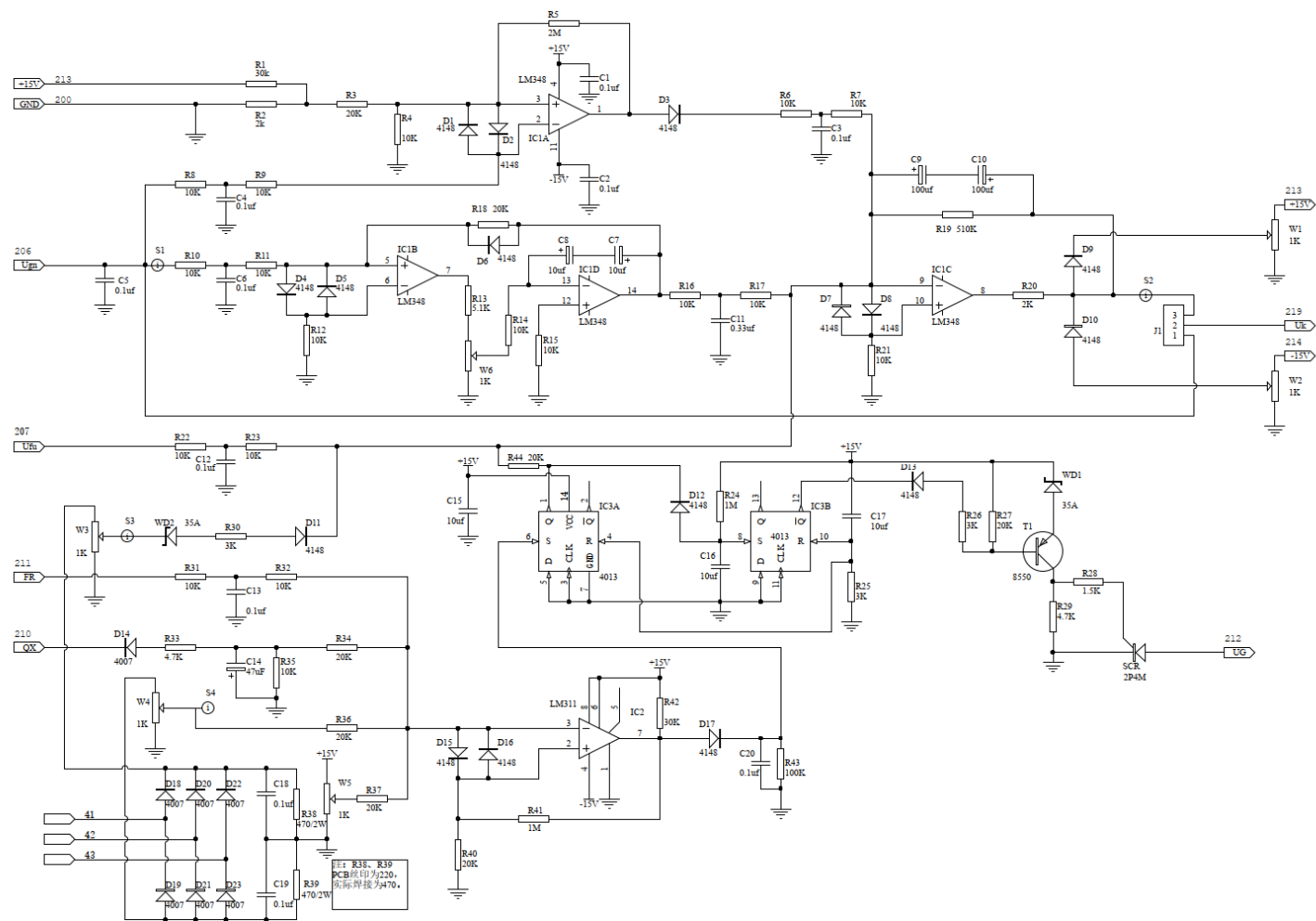
图七 控制盒后视图

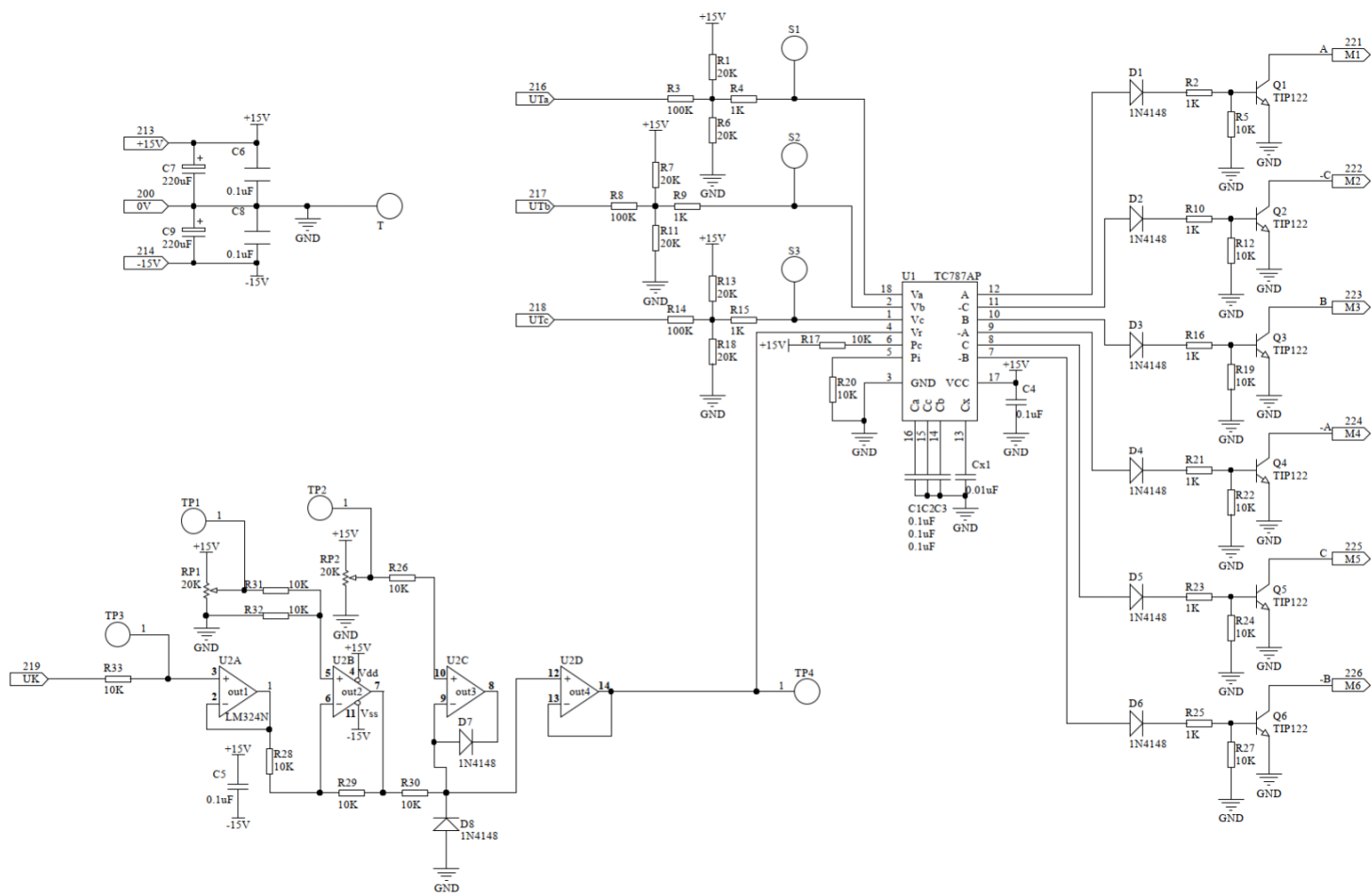


图一 主电路及继电保护系统原理图

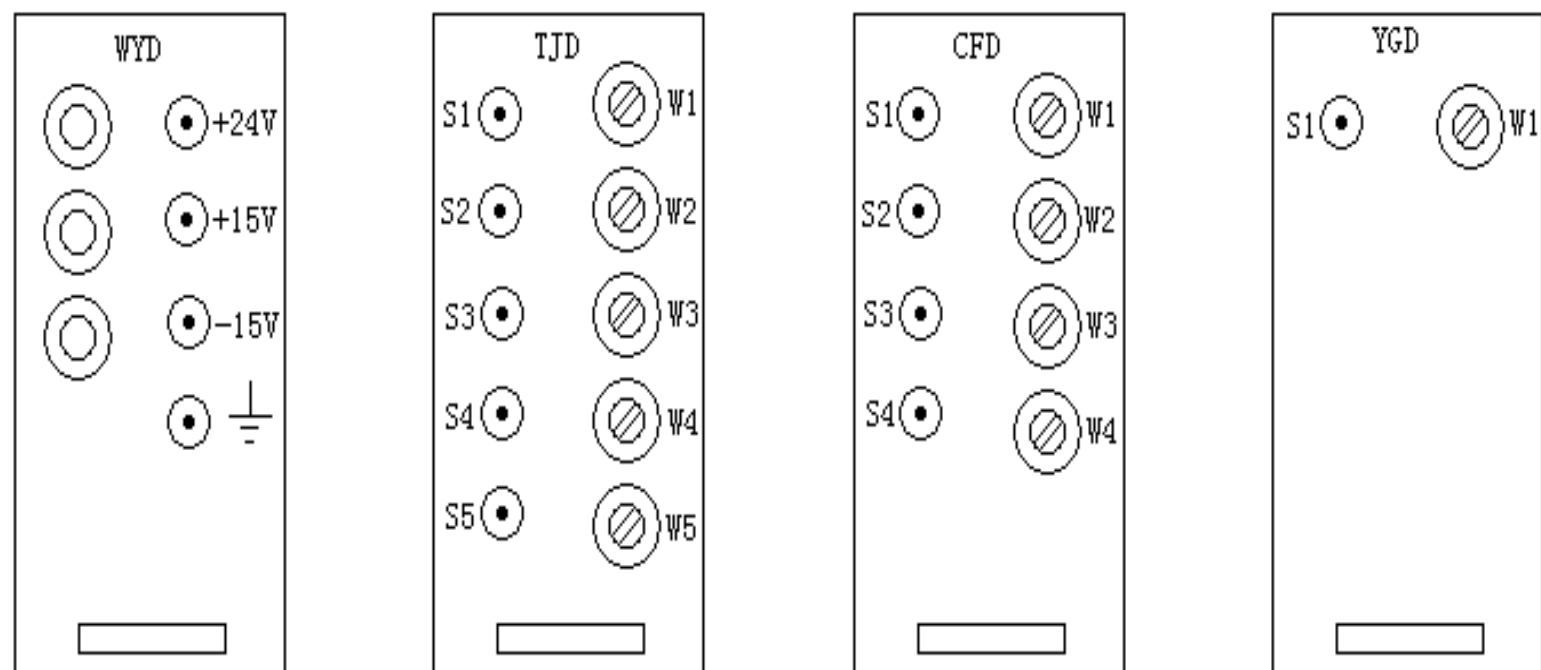


图二 电源板原理图

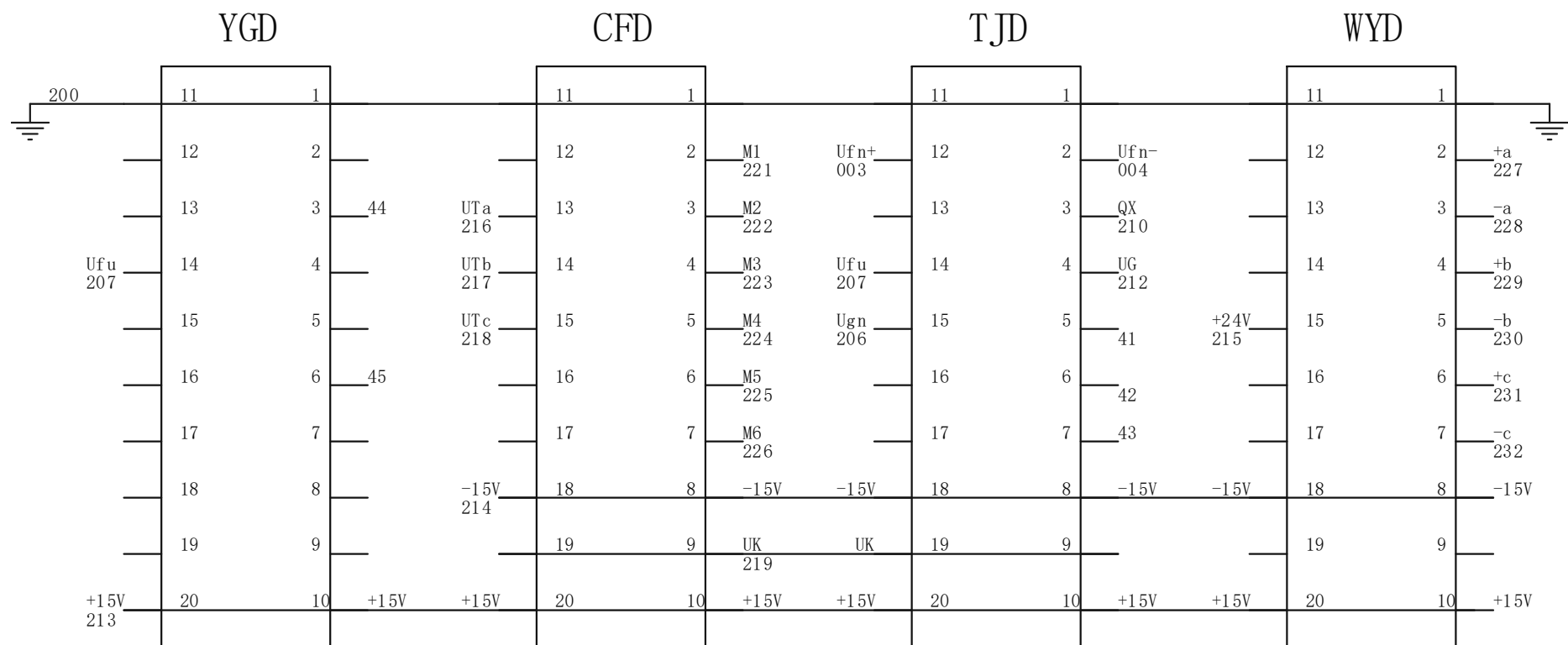




图四 触发板原理图



图六 控制盒前视图



图七 控制盒后视图