

危 险

谨防触电、火灾或者烫伤

- 仅可让掌握并理解本手册内容的专业人员对紫外光辐照交联设备进行检修与使用
- 设备使用者对设备进行接通电源时应遵循所有现行相关规定
- 仪器内部诸多部件均使用电网电压工作，**请不要触摸。不得**在通电情况下触摸没有保护措施零件或者螺丝端子
- 请安装好所有接线端子，并在通电前确保没有线或端子裸露在外
- 在设备通电前请确认各部分连线是否正确，机械零部件无异常，确认无异常后方可通电；**开启辐照灯管前必须确保辐照主箱体上下盖已合盖无缝隙**，否则可能造成人身伤害。
- 对设备进行检修之前：
 - ✧ 请确认三相电压是否为正确（相电压 380V，线电压 220V），各仪表工作状态指示灯是否正常。
 - ✧ 断开总电源连接。
 - ✧ 在开关上挂上“请勿合闸”标志并采取措施防止其他人接通电源。
 - ✧ 对辐照灯供电柜（即变压器柜）检修前必须断电然后对电容放电（内部电压为高压）。

若不遵守规定，将会导致死亡或严重伤害。

目 录

1	概述.....	3
1.1	紫外光辐照交联设备的应用.....	3
1.2	紫外光辐照交联设备特点.....	3
2	设备组成与认知.....	5
2.1	紫外光辐照交联设备认知	7
2.1.1	紫外光辐照主灯箱.....	7
2.1.2	紫外光进/排风风机组	7
2.1.3	紫外光控制柜.....	7
2.1.4	紫外光供电柜.....	8
2.2	性能指标	9
3	设备安装.....	9
3.1	紫外光辐照交联设备的整体布局及安装要求	9
3.2	紫外光辐照主箱体的安装	10
3.3	风机组的安装	11
3.4	控制柜及灯源供电柜的安装	11
3.5	电气安装	11
3.6	灯管的安装	12
3.7	安装后的检查	12
4	生产操作.....	13
5	设备日常维护保养.....	14
6	常见问题及故障的判断与处理.....	14
7	电气连接配线图.....	16

1 概述

紫外光交联电缆制造技术是我国独立知识产权的制造技术，其原理是在聚烯烃为主的基础树脂中加入适量的光交联敏化剂，利用聚烯烃材料加热挤出时是透明状态的特性，将紫外辐照聚焦透射照入材料，高能紫外光引发光敏剂形成自由基并进一步诱导聚烯烃单元产生大分子自由基，自由基之间通过键合作用形成交联聚烯烃材料。

为满足紫外光辐照交联电缆制造技术要求，工程研发人员用计算机仿真技术优化了紫外辐照系统和通风冷却系统，辅以先进的测控技术，开发除了高品质、高效率的紫外光辐照交联设备。

紫外光辐照交联技术与辐照交联设备的推出，为低压交联聚乙烯制造提供了比硅烷交联、电子束辐射交联更有竞争优势，特别是打破了电子束辐射交联技术在核电站、建筑物等领域用环境阻燃交联电缆制造方面的垄断地位，用 1/10~1/5 的投资装备，即可制造出满足标准要求的电缆。

1.1 紫外光辐照交联设备的应用

紫外光辐照交联法的工艺流程是采用紫外光作为辐射源，将混炼好的光交联聚烯烃配料挤塑包覆在导电线芯上，然后立即进入特制的辐照设备中进行熔融态光交联。光辐照交联后的绝缘线芯经过不同温度的冷却处理和其他的后续加工，即可获得光交联聚烯烃绝缘电线电缆产品。紫外光辐照交联法仅需在原有的普通挤出生产线上稍作改动，安放占地面积不大的上牵引、辐照箱、电气控制柜等即可满足使用要求，生产紫外光辐照交联聚乙烯电线电缆产品。增加上牵引，使导电线芯保持一定张力，在运行过程中，始终位于辐照箱的中心位置，确保最佳辐照效果。辐照箱采用均匀配置和特殊设计的反射聚焦紫外光源，由电气控制系统来确保辐照箱中心位置的紫外光强度与辐照温度等处于最佳工作条件。高效的光引发体系在紫外光辐照下快速引发聚烯烃发生交联反应，从而使辐照设备达到每分钟数十米的连续生产速度，而采用热、温、冷三级水温逐级冷却，确保三维网状交联结构的稳定性。

1.2 紫外光辐照交联设备特点

1) 适用范围广

紫外光辐照交联设备均匀交联厚度能达到 20mm 以上，为普通交联聚乙烯电缆，阻燃交联电缆等多种电缆的生产提供了可能性。生产速度快，以普通交联聚乙烯电缆为例，热延伸稳定控制在 100% 左右时，不同线径及标称绝缘厚度的生产速度参考图如下：

导体截面mm ²	绝缘标称厚度 mm	生产速度 m/min
10	0.7	60—90
25	0.9	50—70
50	1.0	45—65
95	1.1	40—60
150	1.4	30—50
240	1.7	20—40
300	1.8	18—35

表 1—1

2) 成本低

紫外光辐照交联设备的价格仅是电子束辐照设备的 1/10~1/5.安装仅需在原基础生产线上增加该设备即可，无需其他设备投入。由于辐照生产法一次完成交联，能够省去其他人力物力投入，其生产成本远低于其他交联方法。

3) 占用空间少

紫外光辐照交联设备在基础生产线上只占用不足 3 米的长度，占地面积不足 7.5 平米，而高度空间 2.5 米即可。

4) 安装方便

紫外光辐照交联设备采用模块化设计，各部分之间仅需用管线连接，安装方便。模块化的设计更使得设备的摆放具有更高的灵活性，完全满足各种生产现场的安装需求。可移动的辐照主箱体更能满足不同生产方式的需求。具体安装方式及参考安装布置图请参照下文。

5) 可靠性高

紫外光辐照交联设备采用了先进稳定的控制方式，高可靠性的元器部件，所有非标准零部件均采用高寿命设计，严格的材质选用再配以精准的加工水平，装配的各个环节均有很高的质量要求。最后经过非常严格的测试确保每台设备能够安全可靠运行，将设备的稳定性及使用寿命发挥到最大。

6) 操作方便

紫外光辐照交联设备的使用请遵从调试人员指导并按照说明说的操作说明。设备的基本操作包含：总电源上电/断电、开盖/合盖以及各组辐照灯源的开闭，操作简单易学，且部分功能含有误操作保护。具体操作说明及注意事项请参照下文。

2 设备组成与认知

紫外光辐照交联设备组成部分包含：辐照主箱体、进/排风风机组、控制柜、灯源供电柜。

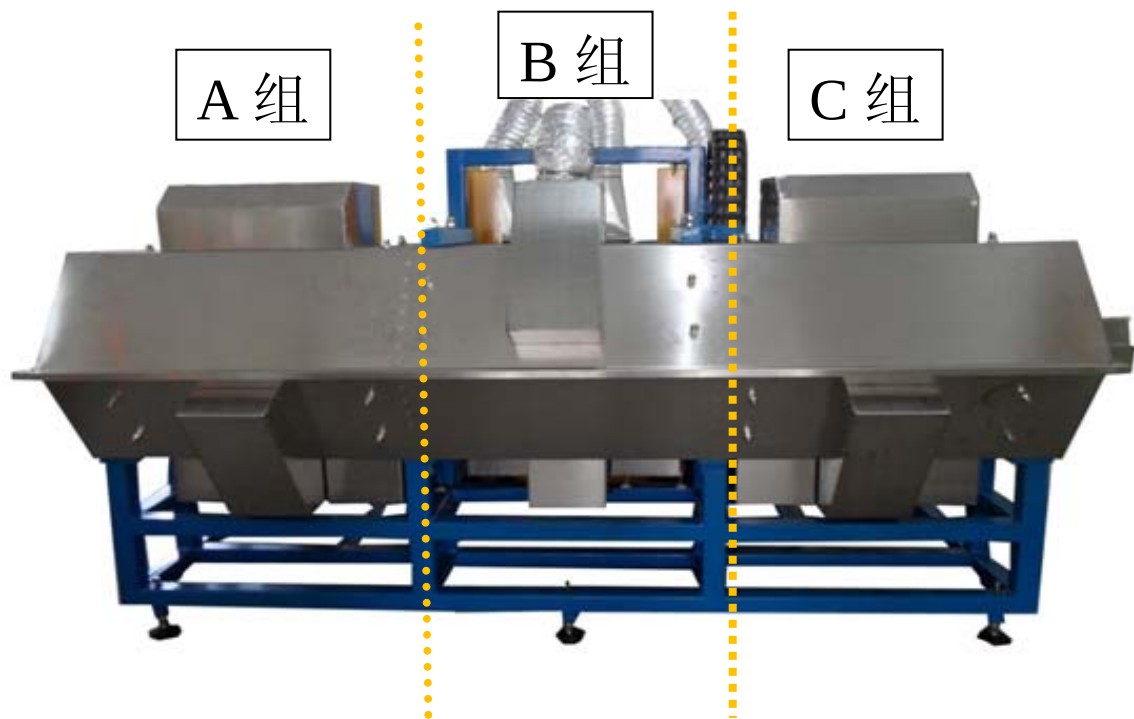


图 2-1 辐照主箱体图

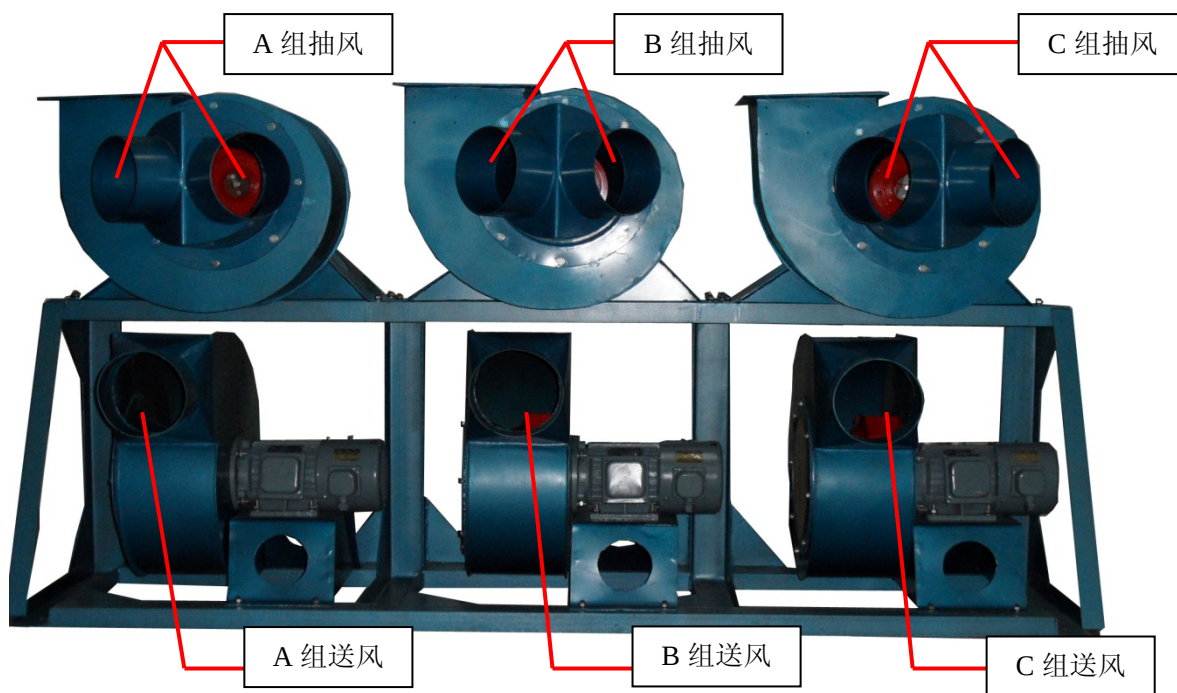


图 2-2 进/排风风机组图



图 2-3 控制柜及灯源供电柜组图

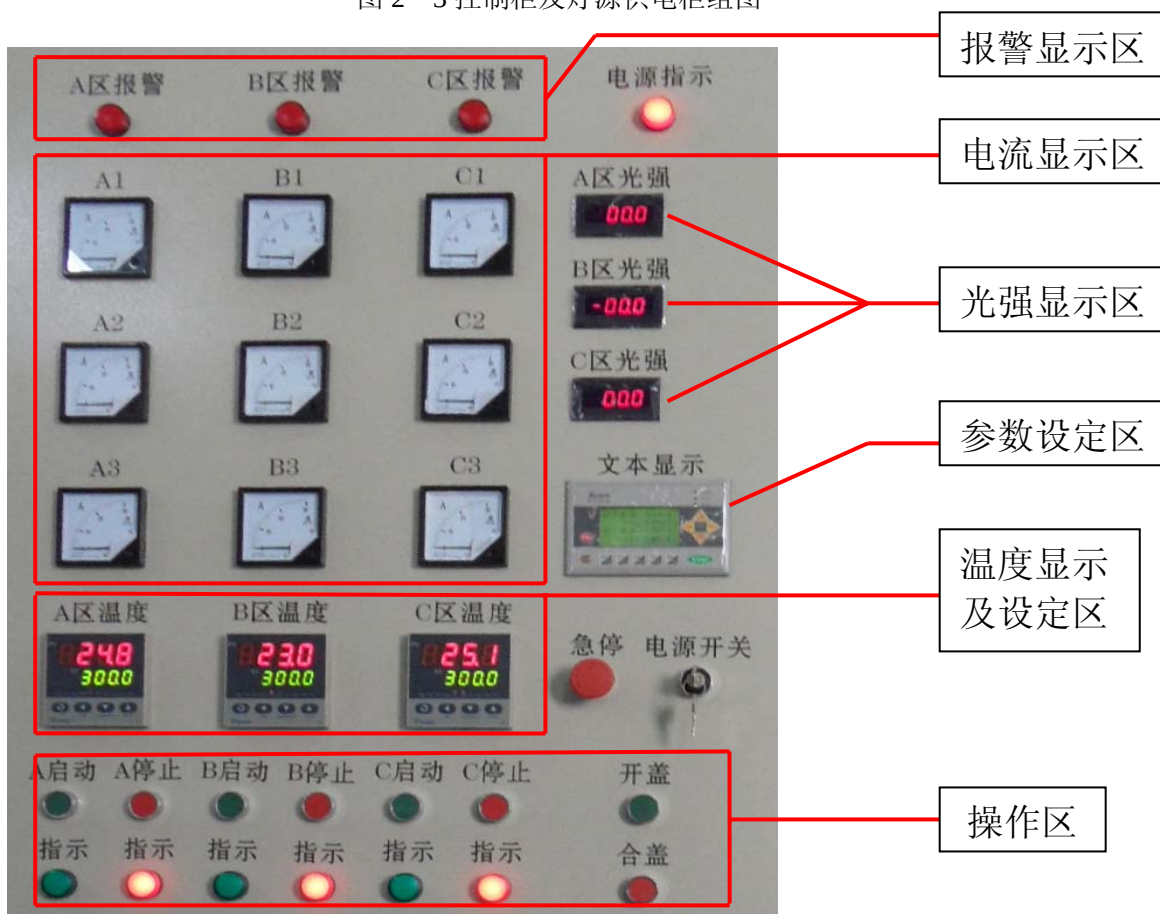


图 2-4 控制柜功能区图

2.1 紫外光辐照交联设备认知

2.1.1 紫外光辐照主灯箱

紫外光辐照主箱体由 9 组紫外线照射灯源、风冷系统、温度及光强传感器组成。每 3 组灯源组成一组，成为一个区域即一个单独的控制单元，各单元间的操作控制均相互独立。每个单元内的 3 组灯源互成 120 度夹角以确保电缆截面上辐照的均匀性。

紫外光辐照灯源采用 6kW 高压汞灯，灯管背面是椭圆形反光罩，将紫外光聚焦于灯箱的中心。因此，当线缆经过灯箱中心的时候为照射最佳状态，可以获得高的交联效率。

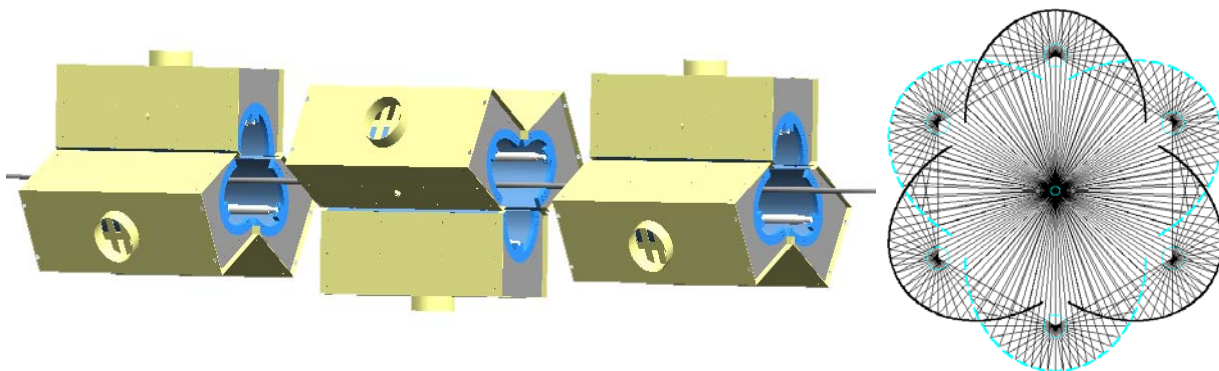


图 2—5 紫外线照射灯源布局及照射原理图

2.1.2 紫外光进/排风风机组

紫外光辐照交联设备采用分组式通风冷却系统，每组由一个送风风机和一个排风风机组成。风机采用离心式通风机，流量达到 $1688-3517\text{m}^3/\text{h}$ ，全压 $1300-792\text{Pa}$ ，转速为 $2900\text{r}/\text{min}$ ，电机采用 2.2kW 变频电机，由变频器控制，可以自动开启闭合以及相应的调节。每组风机分别对应一个区域的照射灯源，实现单独的冷却以保证更高的效率和更高的可靠性。风机布局与外观图参考图 2—2 所示。

进风风机从室内抽取空气送入辐照主箱体以保证灯管工作温度及合适的辐照交联温度。因此请保持进风口的清洁及畅通，以免导致设备的非正常工作或损坏。

排风风机从辐照主箱体抽走高温空气，排出交联过程中可能产生的粉尘及由高压汞灯工作时产生的臭氧。因此，安装时需对排风风机配以排风管道。

2.1.3 紫外光控制柜

紫外光辐照交联设备控制柜采用立式柜体，如图 2—3 所示，为整套辐照交联设备的控制部分。其主要功能如图 2—4 所示：

- 1) 电源指示，当设备上电后红灯亮起，否则红色灭。
- 2) 报警指示，当辐照灯源超过设定上线温度时，相应的红色指示灯亮起，并在控制柜内部产生警报声以起警示作用（**警告：不能允许设备处于或长期处于警告状态，否则会对设备造成不可恢复的损害，详细的解除警报并处理方法请参照下文**）。
- 3) 电流显示，9 块电流表分别对应每个辐照灯管，可以作为灯管工作状态的参考，并为故障的诊断与排除提供参考。
- 4) 光强显示，三块光强显示表分别对应三个辐照区域。光强传感器位于灯管的背面，能够测量紫外线的强度，用于灯管工作状态的监测，更可以作为灯管更换的参照。
- 5) 温度显示及设定，紫外光辐照交联设备采用三路控温，分别控制三个辐照区域的工作状况，当设定好后，配合以进/排风系统能够自动稳定。温度的设定及当前测控灯管的工作温度均体现在温度显示及设定区的三块温控表的面板上。（控制的其他参数也是通过三块温控表设定，在出厂前均以设定好，因此**非专业人员请勿更改控制参数**以免影响设备的使用）。温控表操作按钮共 4 个，分别对应操作为：返回，向左，向下及向上。调整控制温度方法为：持续按压或单点按压“向上”/“向下”按钮，直至温控表显示的目标温度达到设定值。
- 6) 非控制灯管温度显示，在参数设定区的文本显示中，能够显示各个非受控灯管的工作温度。当所灯管显示的温度与该区域受控灯管温度误差较大（ $\pm 50^{\circ}\text{C}$ ）时，表明有故障存在，请对设备进行检查。详细方法请参照下文。
- 7) 灯管工作时间显示及修改，在参数设定区的文本显示中，能够记录各个灯管的工作时间（以小时为单位）。请在初次安装或更换后重新设定该灯管的使用时间。
- 8) 电源开关，设备在控制柜内部设有总电源开关，在控制柜面板上设有电源开关（钥匙开关）以对设备操作进行保护。如设备长期不使用，请关闭内部总电源开关；正常关闭设备后，可使用钥匙开关进行断电。
- 9) 各组灯的开闭，在操作区有三组辐照灯管开闭按钮及显示灯，当开启灯管后，相应的红色指示灯亮起。
- 10) 辐照主箱体的打开与闭合，控制区的“开盖”“合盖”按钮分别对应辐照主箱体上盖的打开与闭合。当需要打开上盖时（**此时设备必须处于非工作状态，以免造成伤害**），持续按压“开盖”按钮，大约一分钟可将上盖升至最顶端并自动停止。**注意：在开盖的过程中必须保证上盖没有阻挡，否则会造成人员或设备伤害。设备在启动前必须将上盖处于完全闭合状态，以保证最大的辐照效率及避免辐照伤害。**具体操作方法为持续按压“合盖”按钮直到上盖与下盖完全闭合而自动停止下降。

2.1.4 紫外光供电柜

紫外光供电柜由 9 组变压器与电容组成，分别为每只紫外光辐照灯供电。**注意：紫外光**

供电柜内部为**高压**，严禁非技术维修人员打开供电柜或进行供电柜维修。

2.2 性能指标

设备总装机容量	70 kw
辐照灯数量	9 只
辐照灯功率	6kW
风机数量	6 个
风机功率	2.2kW
风机转速范围	0~2900r/min（自动）
温度控制范围（三路可控）	室温~400℃
温度控制精度	±5℃
温度测量点	9 个
光强监测点	3 个

3 设备安装

紫外光辐照交联设备安装分为设备摆放，辐照主箱体的调整，风机组的连接，电器安装。

3.1 紫外光辐照交联设备的整体布局及安装要求

紫外光辐照交联设备大约占地面积约为 7.5mm²。各组成部分的摆放位置关系请参照图 3-1 所示。根据现场环境可以做相应调整，以方便操作为目的，但请在各部分相互连线有效长度范围内布局。安装环境要求如下：

- （1）环境温度（室内）应该在 0℃~40℃之间；
- （2）相对湿度不超过 85%；
- （3）周围无爆炸、腐蚀及其他有害介质，无严重灰尘及导电尘埃；
- （4）交流电网波形为正弦波且三相对称，幅值变化不超过±5%，短暂变化不超过±10%；

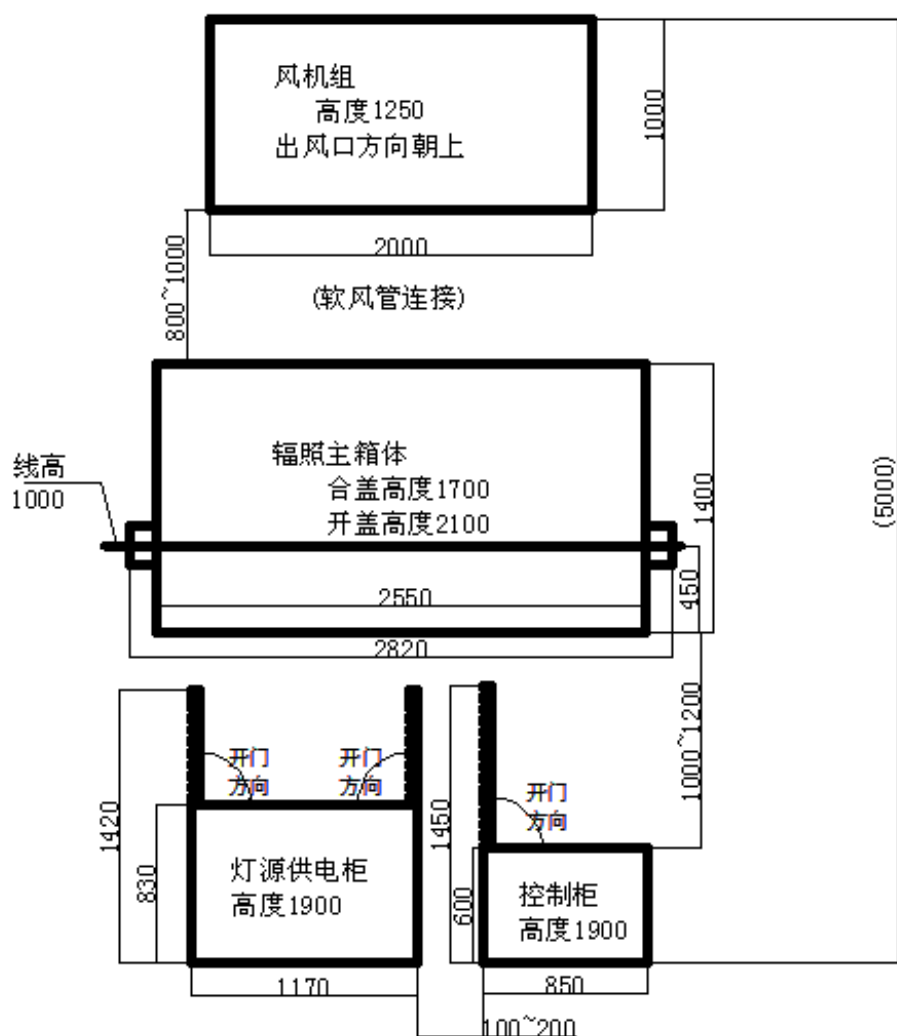


图 3-1 紫外光辐照设备布局参考图

3.2 紫外光辐照主箱体的安装

紫外光辐照主箱体安装在挤出机与冷却水槽之间。建议同时使用挤出机上下牵引以保证走线平稳而达到电缆各部分交联度的一致性。具体布局如图 3-2 所示。为方便操作，请在主箱体两侧预留一定空间，长度约为 0.3 米。辐照主箱体中心高度为 0.95 米到 1 米，高度可调。安装时需调节辐照主箱体走线孔中心轴线与实际走线位置重合以保证辐照灯源聚焦于电缆中心。具体调整方法为：开启辐照主箱体上盖，调节主箱体位置及支撑地脚高度，使实际走线中心位于主箱体下半部分的上平面，并位于各半圆形缺口的中心。各部分连线请参照电路图，并由专业人员连接。注意：由于三相电的相序问题可能导致升降电机的反转，请在连接后做相应检查及必要的调整。

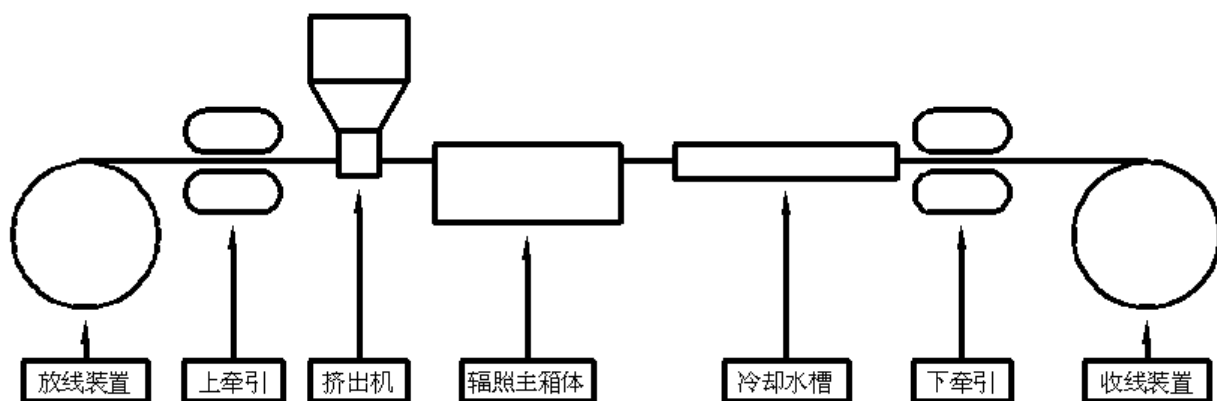


图 3-2 辐照主箱体安装位置图

3.3 风机组的安装

风机组与辐照主箱体应配合安装，之间间隔 1 米为合适距离。风机与主箱体之间用专用软风管连接，并用管箍固定软管两端。具体连接方式请参考图 3-3 所示。注意：各风机组必须与相应的辐照区域连接，不可交叉。软管连接后不能扭曲，且需要保证适当伸缩量。风机组接线请参照电路图。

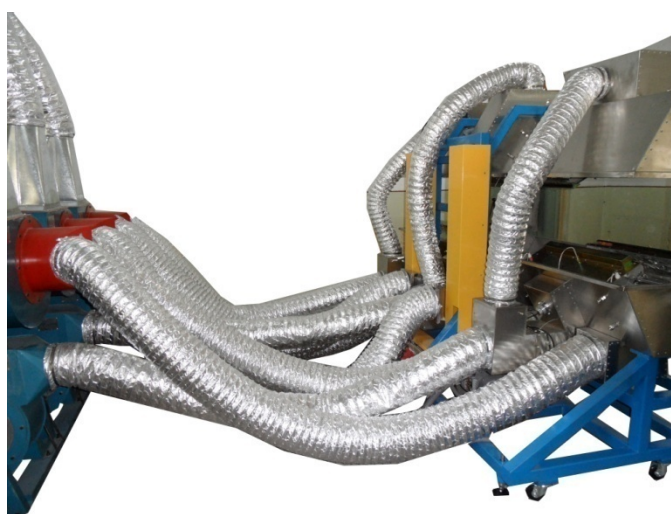


图 3-3 风机组与辐照主箱体风管连接图

3.4 控制柜及灯源供电柜的安装

控制柜及灯源供电柜在满足工作环境及连线长度允许前提下可置放于方便操作及检修的位置。接线请参照电路图。

3.5 电气安装

紫外光辐照交联设备为三相四线制接法，供电电源电压为交流 3 相 380V (50Hz/60 Hz)，设备总容量约为 70kW。电器安装分为供电电源接入（直接接入控制柜总电源开关），控制柜

与灯源供电柜的连接，控制柜与风机组的连接，控制柜与辐照主箱体的连接，灯源供电柜与辐照主箱体的连接。接线图请参照电路图。注意：电气安装接线必须由专业技术人员完成。

⚠ 危险：谨防触电

在进行电气安装时，请先断开电源

同时用万用表进行电压测量，确认电源线相序与零线

接线连接后请确认有无裸露在外的线头，以防触电

打开总电源开关确认设备是否正常上电

3.6 灯管的安装

紫外光辐照交联设备灯管共 9 只，发货前灯管均经过测试使用，因此有使用过的痕迹。发货时为避免损坏均已拆卸单独放置。安装时，先将灯管压块取下，将灯管置于安装位置，再将灯管压块安装上，最后将灯管两极接到相应接线柱上即可。注意，在安装灯管时，请勿触摸灯管壁以免造成灯管壁的污染。

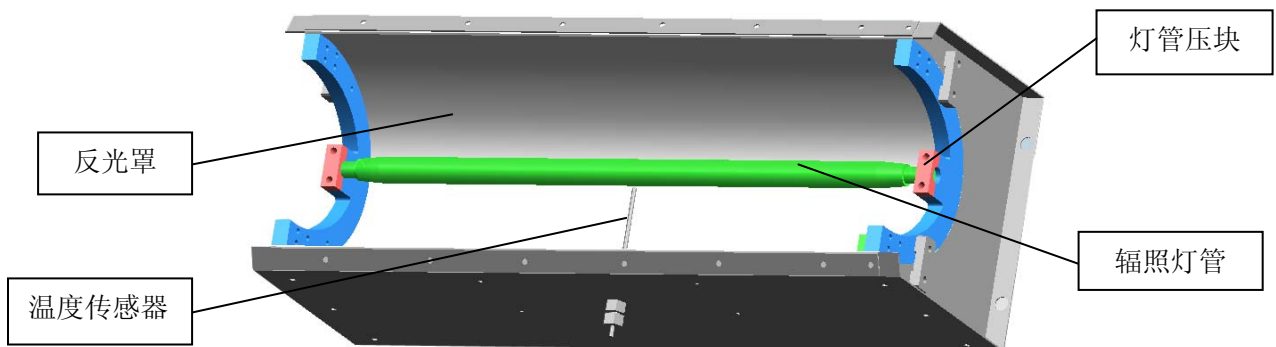


图 3—4 灯管辐照灯源图示

3.7 安装后的检查

- 1) 按照电路图核对所有接线是否有误。
- 2) 给设备上电，观察控制柜面板上所有仪表及指示灯是否正常：红色“电源指示”灯应亮起；电流表无示数；“光强显示”表示数为 0；“文本显示”表内所示温度为室温值；温控表示数为室温值；操作区三个红色“指示”灯亮起。
- 3) 按下“开盖”按钮，检验升降电机相序是否正确，上下行程限位开关是否正常。
- 4) 开机试验，分别按下操作区三个绿色“启动”按钮，以完全启动设备。在灯管启动瞬间电流表可能会超量程，然后稳定于 15~20 安培。各个温度显示会逐渐上升直至初始设定值（300~350℃）附近时，各个风机开始工作。约 3 分钟设备会达到稳定（在稳定过程中温度不会波动太大）。当灯管开启后“光强显示”表示数会逐渐增大直至稳定。在试机过程中如出现非正常情况请及时关闭设备并做相应处理。
- 5) 检查设备有无其他异常。

4 生产操作

紫外光辐照交联设备的使用非常方便，生产时具体的操作方法如下：

- 1) 给设备上电并设定生产温度。
- 2) 打开上盖，对灯管及反光罩进行清洗。

具体方法为：用脱脂棉蘸无水酒精擦拭灯管壁表面，去除灰尘（高温时细微颗粒会加速石英玻璃灯管壁的失透而缩短灯管使用寿命）并擦拭反光罩表面保证较高的反射效果。

3) 将牵引线与经过挤出机包覆膜具的待生产线缆连接，并将接头置于辐照主箱体出口外侧，并将上盖落至最低处。

4) 开启各组灯管，待温度升至 $100\sim 150^{\circ}\text{C}$ 时（约为 10 秒到 15 秒），开启牵引机即达到正常生产。挤出机及牵引机速度请参照表 1—1，并根据实际状况做相应调整。热延伸控制在 $90\%\sim 110\%$ 较为理想。

5) 关闭牵引机。

6) 关闭各组辐照灯管，按下操作区各个红色“停止”按钮。此时风机将会持续工作约 5～6 分钟（电容亦不允许频繁充放电，两次间隔至少为 5 分钟）以迅速降低辐照主箱体温度，排除剩余的臭氧气体。

7) 打开辐照主箱体上盖将线缆尾部取出。并做必要的清理工作。

8) 闭合主箱体上盖。

9) 关闭电源开关，如长期不使用，请关闭总电源开关。

辐照交联设备生产过程中应注意事项如下：

- 1) 主箱体外罩温度较高，小心高温烫伤。
- 2) 主箱体上盖必须下降到最低位置。
- 3) 不可直视主箱体两端进出线口，以免灼伤眼睛。
- 4) 避免辐照灯源发出的光线直射皮肤表面，以免紫外线伤害。
- 5) 当照射效率降低时，请对生产速度做适当调整。

5 设备日常维护保养

紫外光辐照交联设备的日常维护及保养有：

1) 灯管的更换。在保证灯管壁清洁及正常使用温度范围内时，灯管平均寿命为 800～1000 小时，当灯管达到使用寿命或灯管壁失透以及两端电极损耗严重时，辐照效率会大幅降低，此时需更换灯管。建议灯管的更换以组为单位，即同时更换一个控制区域内的三只灯管。如一个控制区域内的三只灯管使用状况不同，或将导致灯管工作状态不理想或不正常。更换灯管后，请及时重置“文本显示”表内相应的灯管工作时间。

2) 每班使用前需对灯管及反光罩进行清洁处理，同时保证辐照主箱体内无杂物。

3) 每周对上盖升降丝杠补充一次润滑脂，根据使用状况不同每次补充 20～50 克。

4) 风机使用过程中进风口不允许有阻挡，每 30 天需对滤网进行一次除尘处理。

5) 反光罩的更换，在正常使用及保养情况下，反光罩是无需定期更换的，若因非正常因素导致反光罩严重变形或反光面严重破坏，请及时更换反光罩。

6 常见问题及故障的判断与处理

① A 区（B 区/C 区同）灯管不启动
详细请参考图 6-1.
② 灯温过高报警停机
可先关闭报警区域，并适当降低线缆生产速度，待生产完成后再做处理。详细判断处理方法请参考图 6-2.
③ 冬季灯管启动困难
灯管电容工作均需要在室温下工作，如温度过低则会启动变慢甚至很难启动。
④ 触摸灯管有荧光现象
灯管与电容相连，在关闭灯管后电容仍然储存一定量的电能，此为正常现象。但维修前请等待电容自然放电完成或进行人工放电。
⑤ 线缆过交联
线缆辐照时间过长，请适当提高电缆生产速度或适当降低灯管温度。
⑥ 线缆未交联或交联度不够
辐照不足，请适当降低电缆生产速度或提高灯管工作温度；电缆位置偏离辐照聚焦点，请适当调整辐照主箱体位置；未使用紫外光辐照交联电缆料或使用的电缆料不符合生产标准；灯管严重老化导致发光效率降低，请更换灯管或适当提高温度。
⑦ 线缆交联不均匀
走线不稳定，有跳动，请适当调整上下牵引机，使线缆更加稳定地经过辐照主箱体中心。

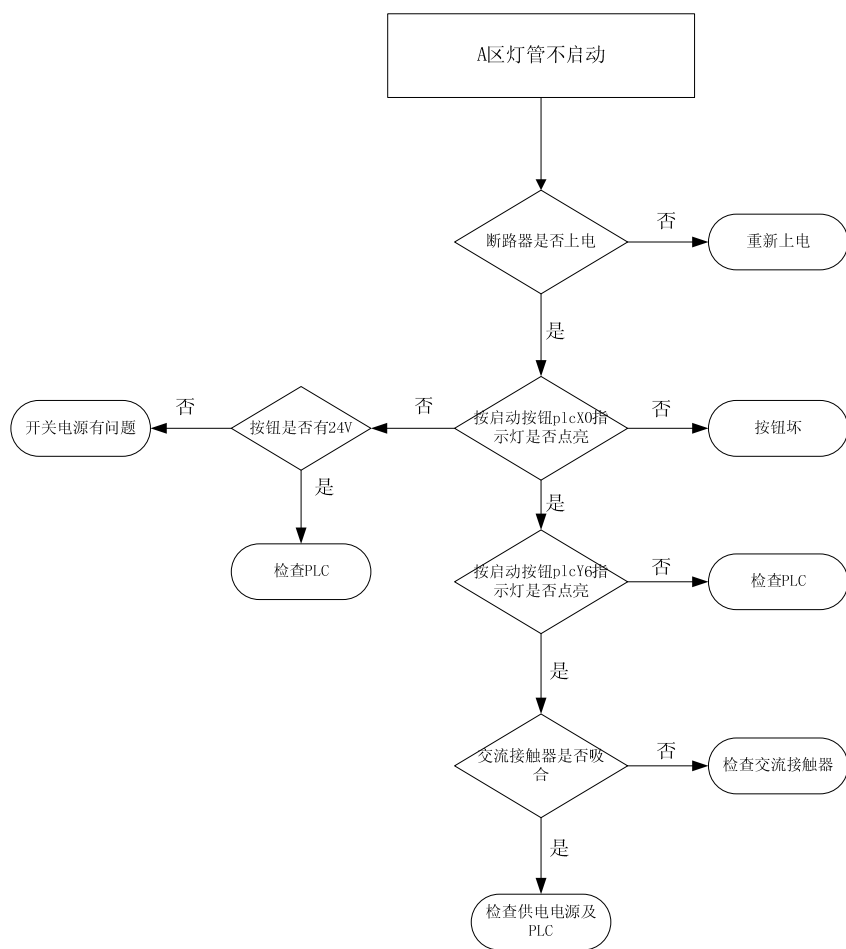


图 6—1 灯管不启动检查步骤

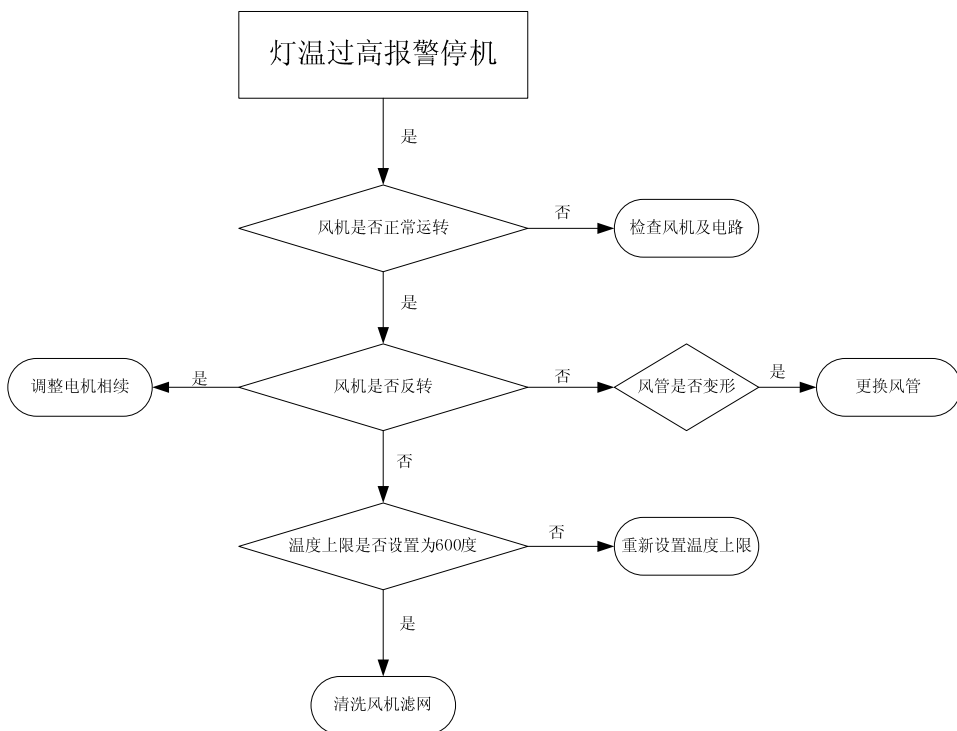
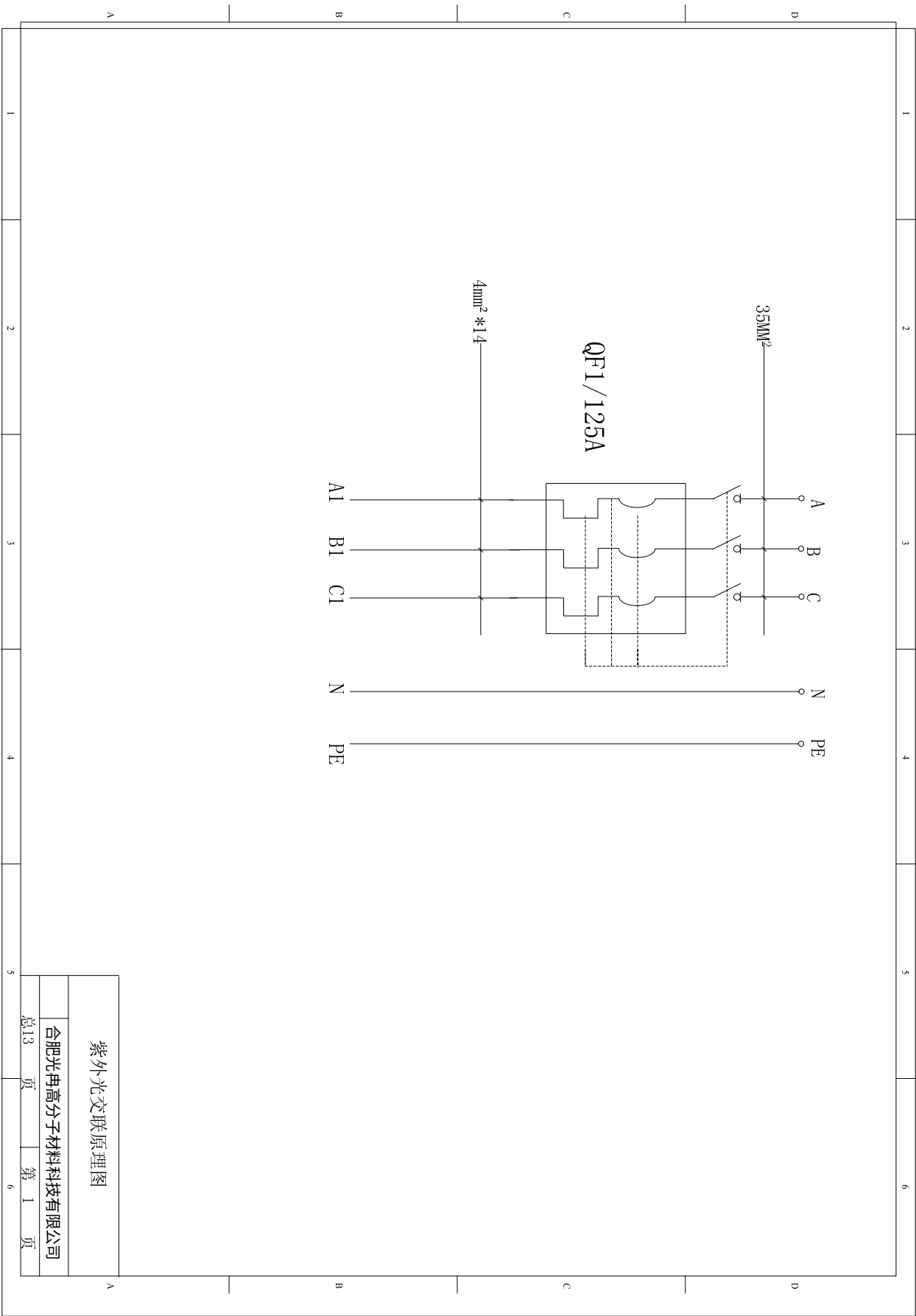
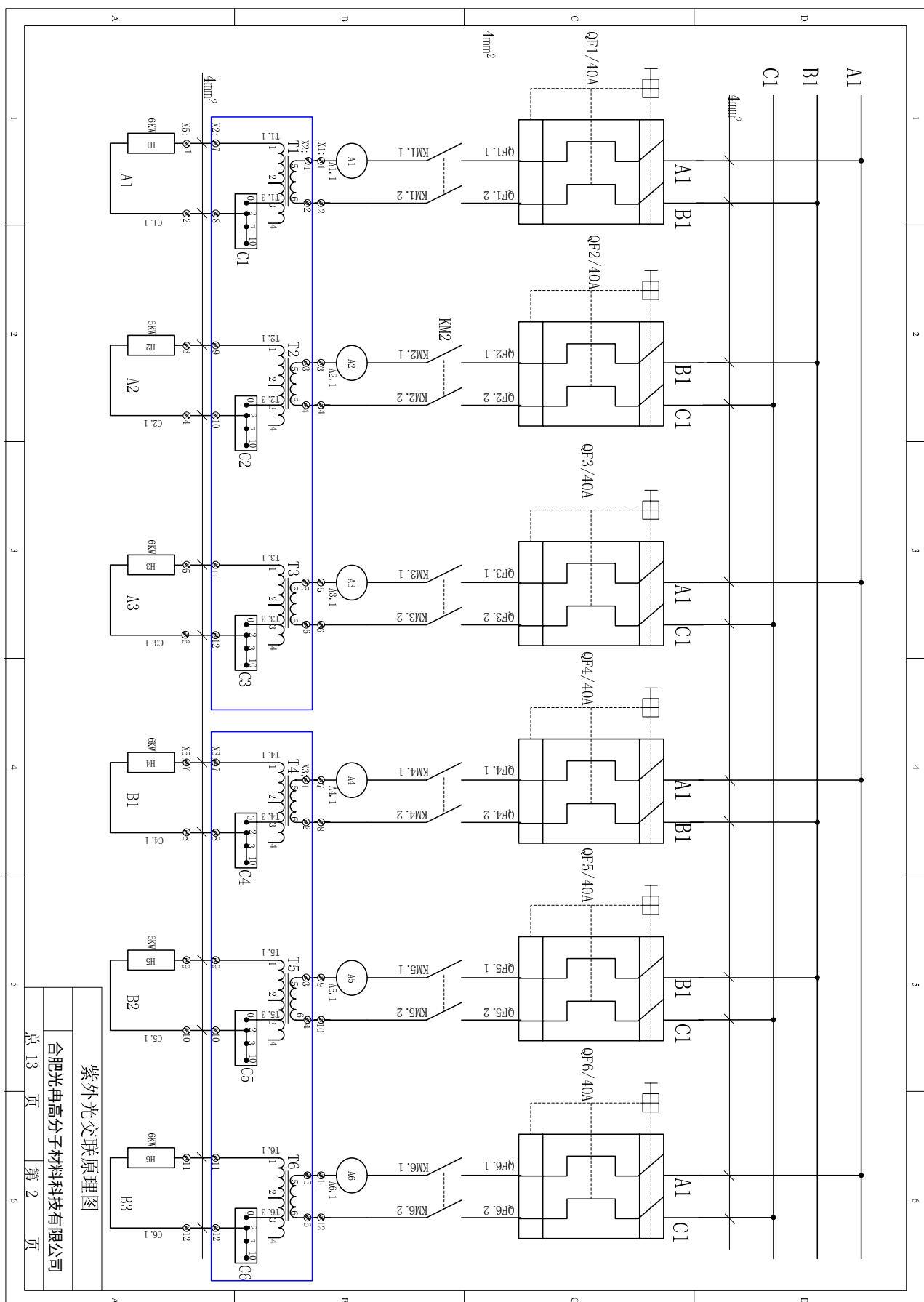


图 6—2 灯温过高报警检查步骤

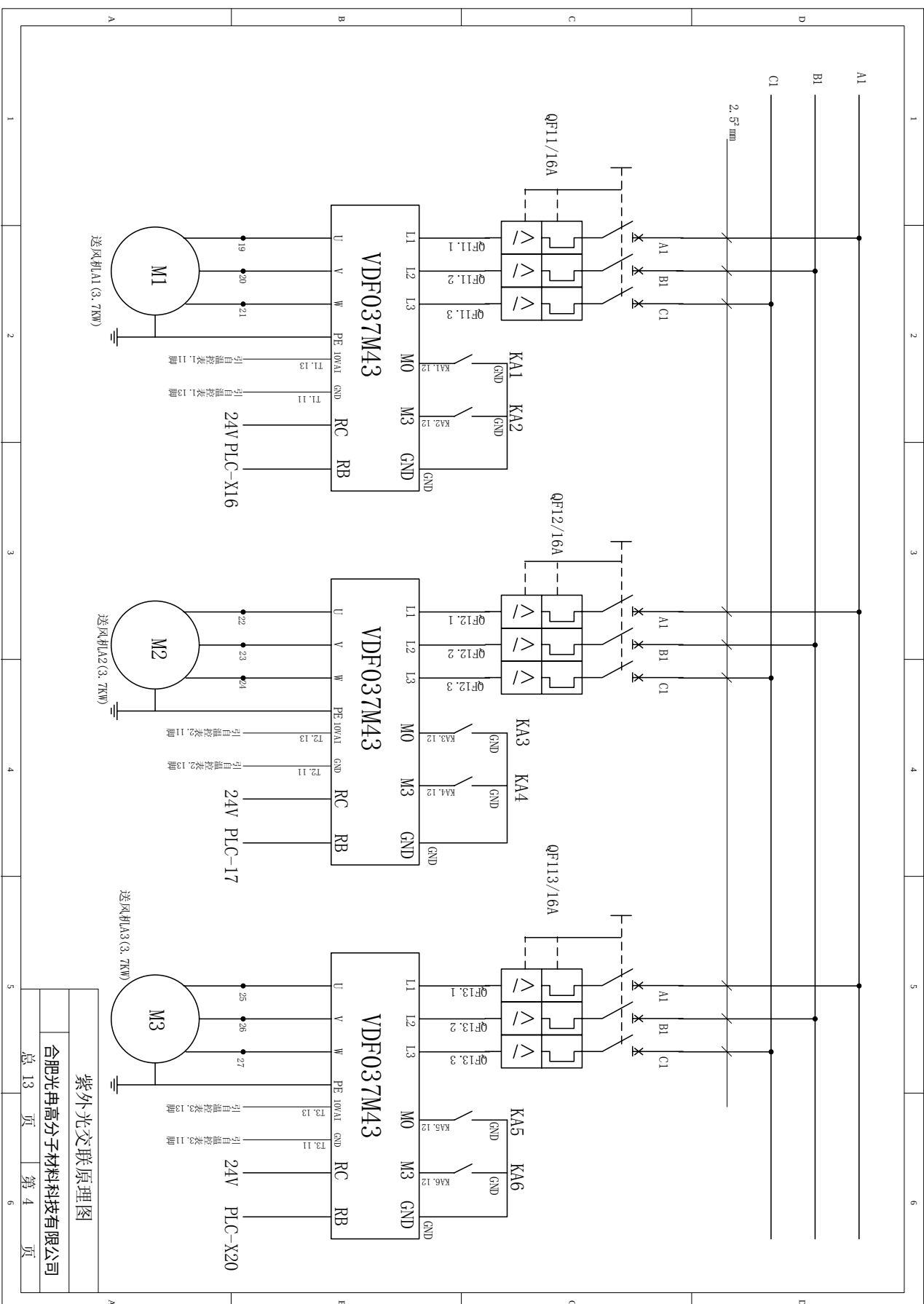
7 电气连接配线图





紫外光交联原理图

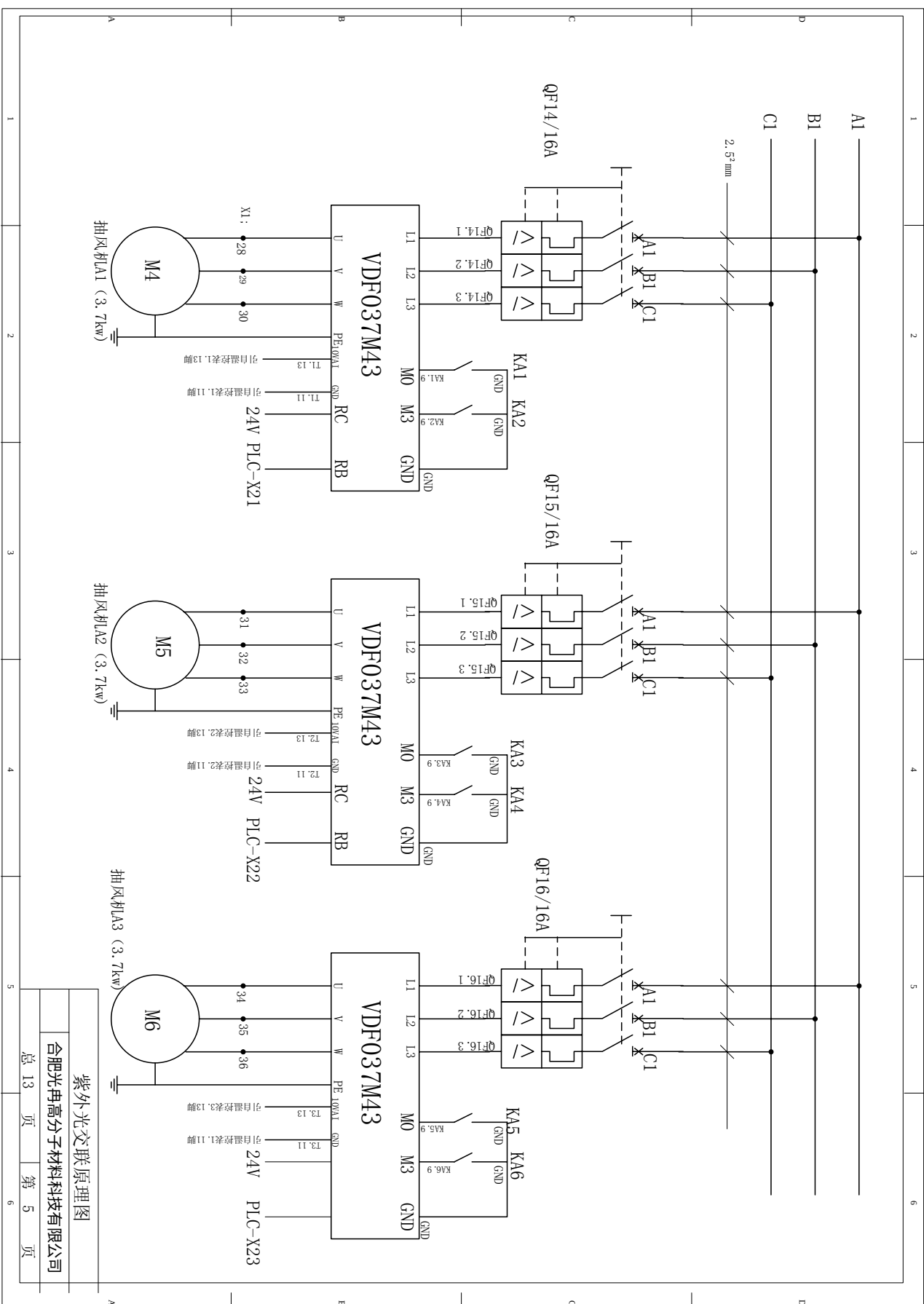
合肥光冉高分子材料科技有限公司

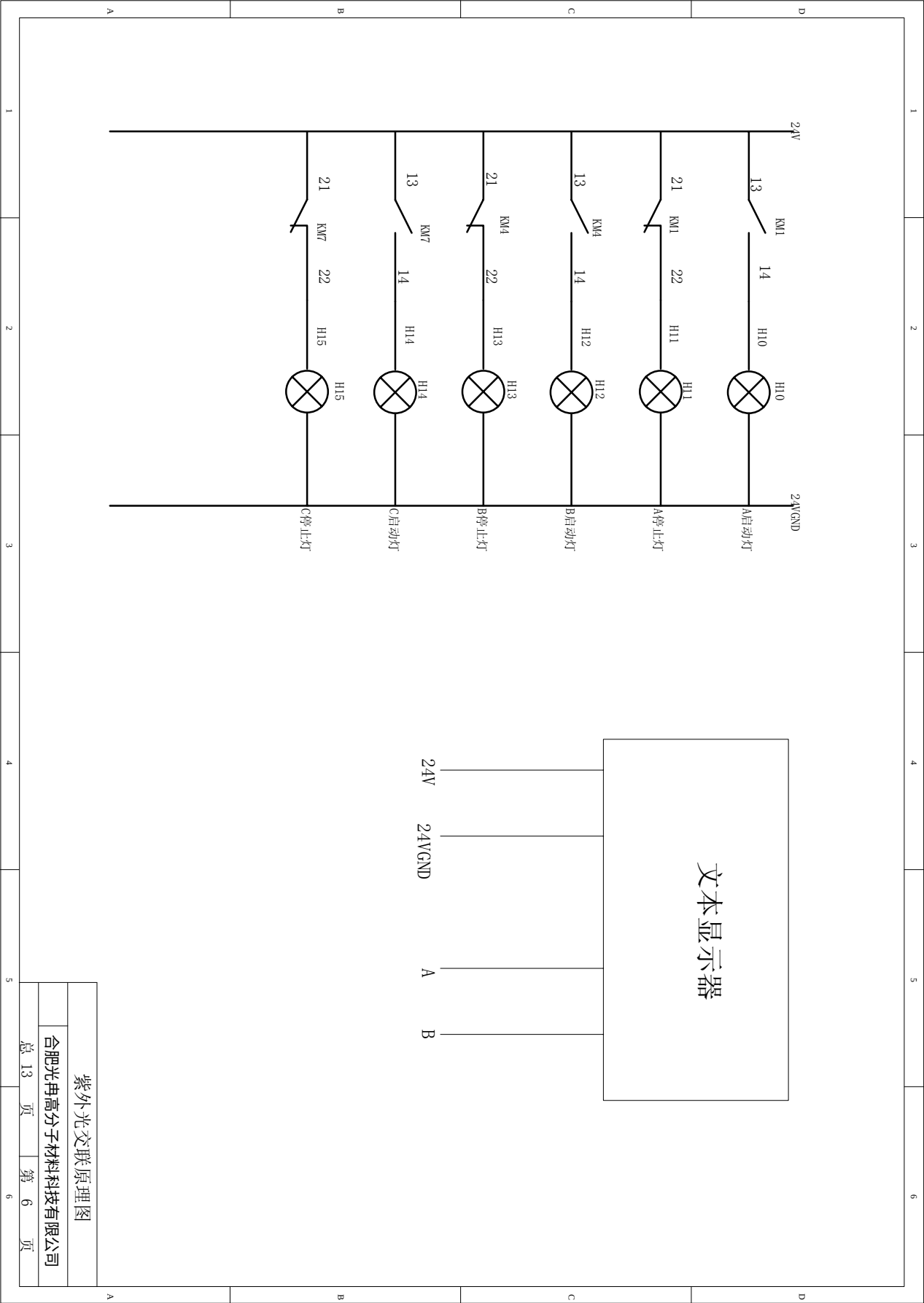


紫外光交联原理图

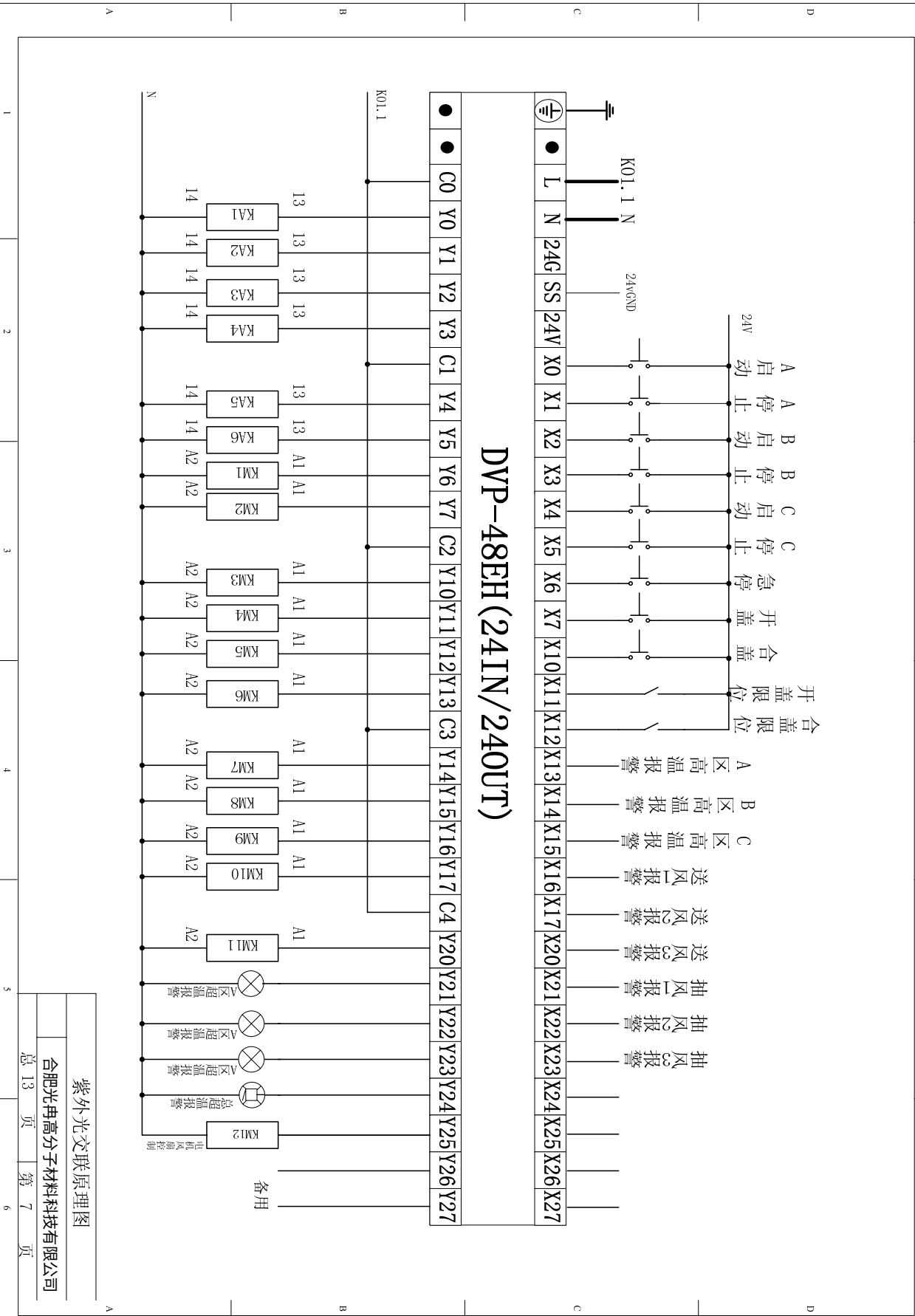
合肥光冉高分子材料科技有限公司

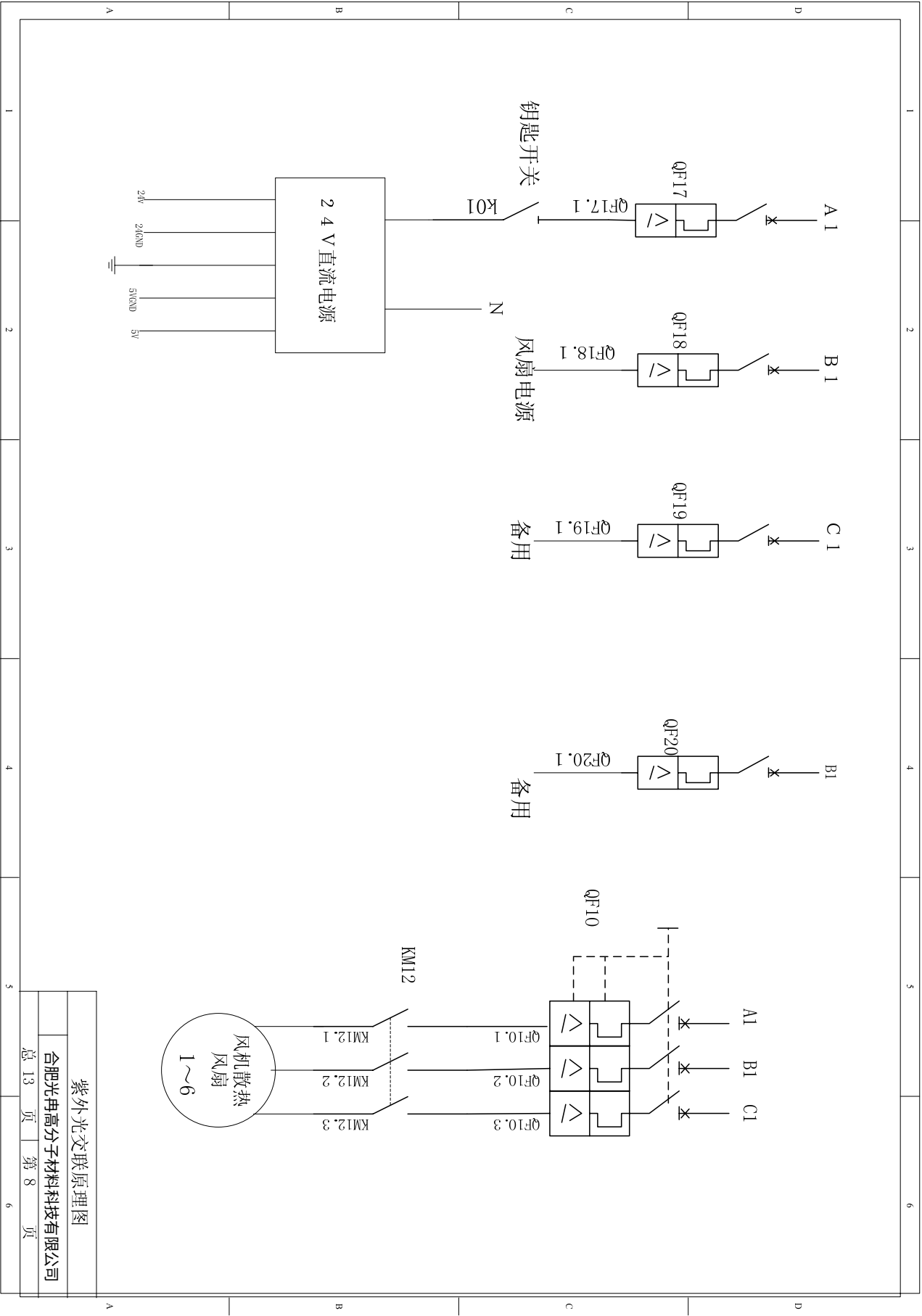
总 13 页 第 4 页





DVP-48EH(24IN/24OUT)





紫外光交联原理图

合肥光冉高分子材料科技有限公司

总 13 页 第 8 页

