

电气控制柜设计·制作·维修技能丛书

电气控制柜设计制作

——结构与工艺篇

任清晨◎主 编



★内容专业 ★讲解翔实
★源于实践 ★提升技能



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
<http://www.phei.com.cn>

电气控制柜设计·制作·维修技能丛书

电气控制柜设计制作 ——结构与工艺篇

任清晨 主编

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

“电气控制柜设计·制作·维修技能丛书”一共3册，全面介绍了电气控制柜电路设计、制作工艺及维护、维修的全过程。

本书是从书的第二分册，重点讲解电气控制柜的结构设计、工艺设计与制作工艺。首先介绍电气结构设计规范、电气布置图绘制；接着讲解机柜设计的要求、影响机柜结构设计的因素，机柜的结构设计、工艺设计和机柜的加工工艺；然后讲解机柜的装配与安装、零部件的安装、印制板上元器件的安装；最后讲解接线图、导线和电缆选择、配线工艺设计、导线加工及连接工艺。

本书内容丰富，注重实践，并将电气控制柜设计制作的相关国家标准、工艺规范融入各章节中，适合电气控制设备生产企业的设计人员及各行业中电气设备的使用、维护技术人员参考阅读，也可作为相关职业技术培训机构的教材。

未经许可，不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有，侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

电气控制柜设计制作. 结构与工艺篇 / 任清晨主编. —北京: 电子工业出版社, 2014.10

(电气控制柜设计·制作·维修技能丛书)

ISBN 978-7-121-24341-7

I. ①电… II. ①任… III. ①电气控制装置—结构设计②电气控制装置—生产工艺 IV. ①TM921.5

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第213900号

策划编辑: 陈韦凯

责任编辑: 底波

印刷: 北京京科印刷有限公司

装订: 北京京科印刷有限公司

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路173信箱 邮编 100036

开本: 787×1092 1/16 印张: 25.25 字数: 646.4千字

版次: 2014年10月第1版

印次: 2014年10月第1次印刷

印数: 3500册 定价: 54.00元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题，请向购买书店调换。若书店售缺，请与本社发行部联系，联系及邮购电话：(010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zlt@phei.com.cn，盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线：(010) 88258888。

前 言

电是一种绿色环保型二次能源，电的使用使科学技术得到了飞速的发展，同时使人类的生产力和生活品质得到了极大的提高。现今的世界上如果没有电，人类的生产、生活将会一团糟，情况将难以想象。为了更好地利用电能，人类一天也没有停止过对其特性及其应用技术的研究，全世界所有的全科大学、工科院校和职业技能培训机构几乎毫无例外地都开设了电气专业的课程。虽然电可以造福人类，但是在使用电能的同时，电能也给使用者带来了极大的危害和潜在的风险。利用机柜作为电气控制装置的外壳进行安全防护，就构成了电气控制柜。

电气控制设备是人类利用电能为自身服务的工具和桥梁。人类从利用电能的第一天起就从未停止过对电气控制设备的研究，电气控制设备及其性能日臻完善。电气控制设备遍及我们生产、生活的各个角落和各行各业。电气控制柜的设计和制作工艺技术水平直接影响人类利用电能为自身服务的水平和质量。因此，提高电气控制柜的设计制作人员及欲加入电气控制设备制造、使用行业人员的技术工艺水平，具有十分重要的意义。

“电气控制柜设计·制作·维修技能丛书”以很自然的方式，将前人的电气控制柜制作经验及相关国家标准和工艺规范的具体内容融入各章节中，拥有本书可以省去查阅相关国家标准和各种手册的大量时间，一书在手即可解决电气控制柜制作中的几乎全部问题。本丛书以国家标准为主线，避开行业问题及与生产无关的纯理论问题，重点介绍各行各业均适用的电气控制柜设计制作的实用生产技术和职业技能。对于电气控制设备生产企业的从业人员和电气控制设备使用企业的维护修理人员，本丛书是一套工具书；对于大专院校和职业技术学院电气专业的在校学生，本丛书是一套教辅参考书，可以有效地提高毕业生的工作能力和就业竞争力；对于职业技术培训机构和自学成才者，本丛书是不可多得的教材。

“电气控制柜设计·制作·维修技能丛书”由三个分册组成：第一分册《电气控制柜设计制作——电路篇》，第二分册《电气控制柜设计制作——结构与工艺篇》，第三分册《电气控制柜设计制作——调试与维修篇》，三个分册构成一个比较完整的体系。本书是丛书的第二分册，首先介绍电气结构设计规范、电气布置图绘制；接着讲解机柜设计的要求、影响机柜结构设计的因素、机柜的结构设计、工艺设计和加工工艺；然后讲解机柜的装配与安装、零部件的安装、印制板上元器件的安装；最后讲解接线图、导线和电缆选择、配线工艺设计、导线加工及连接工艺。学习本丛书前，最好先学习一些机械基础知识、电工电子技术基础知识和液压基础知识，这样会收到事半功倍的学习效果。

本书由任清晨主编，魏俊萍、王维征、刘胜军、任江鹏、李宏宇、曹广平、赵丽也参与了部分书稿的编写工作。在编写过程中，编者查阅了大量的相关国家标准和出版物，并且阅读了互联网上的相关文章，这些出版物和文章为本书的编写提供了大量的素材，在此向这些文章的作者表示衷心的感谢。本书内容经过中国科学院电工所科诺伟业公司武鑫博士、天威保变风电公司鲁志平总工程师审阅，在此向二位专家表示衷心的感谢。

编 者

目 录

| | | | |
|--------------------------------|------|---------------------------------|------|
| 第1章 电气布置图 | (1) | 1.2.3.2 附件和照明 | (34) |
| 1.1 电气元件布置图设计 | (1) | 1.2.3.3 标记、警告标志和项目 代号 | (35) |
| 1.1.1 控制柜总体配置设计的方法 | (1) | 1.2.3.4 标志 | (37) |
| 1.1.1.1 确定电气控制装置的结构 形式 | (1) | 1.2.4 抗干扰对元器件布置的要求 | (37) |
| 1.1.1.2 机柜尺寸的初步确定 | (2) | 1.2.4.1 柜内布局要求 | (37) |
| 1.1.1.3 电气元件布置图的绘制原则 | (4) | 1.2.4.2 弱电单元的布局原则 | (38) |
| 1.1.1.4 总体配置设计方法 | (5) | 1.3 电气布置图绘制 | (38) |
| 1.1.2 电子元件布置图 | (7) | 1.3.1 电气布置图的绘制原则 | (38) |
| 1.1.2.1 影响印制线路组件结构布局 设计的因素 | (7) | 1.3.1.1 电气布置图采用机械制图画 法规则绘制 | (38) |
| 1.1.2.2 印制电路板设计的基本原则 要求 | (8) | 1.3.1.2 电气安装布置图应包括的 内容 | (38) |
| 1.1.2.3 插件机插板设计要求 | (15) | 1.3.1.3 电气元件在布置图中画法 规则 | (39) |
| 1.1.2.4 表面贴装印制板的设计 要求 | (18) | 1.3.1.4 电气布置图的布局方法 | (39) |
| 1.2 电气结构设计规范 | (20) | 1.3.1.5 电气布置图的布局要求 | (40) |
| 1.2.1 开关器件和元件安装设计 | (20) | 1.3.2 电气布置图的绘制 | (43) |
| 1.2.1.1 一般要求 | (20) | 1.3.2.1 电气布置图的绘制工具 | (43) |
| 1.2.1.2 位置和安装 | (20) | 1.3.2.2 电子元件布置图的绘制 工具 | (44) |
| 1.2.1.3 介电性能设计 | (22) | 1.3.2.3 电气布置图的绘制步骤 | (50) |
| 1.2.1.4 固定式部件 | (27) | 1.3.3 计算机模拟装配 | (51) |
| 1.2.1.5 可移式部件和抽出式部件 | (27) | 1.3.3.1 计算机模拟装配的定义 | (51) |
| 1.2.2 操作面板上的控制器件 | (28) | 1.3.3.2 计算机模拟装配的方法 | (52) |
| 1.2.2.1 总则 | (28) | 1.3.3.3 计算机模拟装配的用途 | (52) |
| 1.2.2.2 按钮 | (29) | 1.3.3.4 可以进行模拟装配的主流三维 CAD 软件 | (52) |
| 1.2.2.3 指示灯和显示器 | (30) | 1.3.3.5 辅助模型 | (53) |
| 1.2.2.4 光标按钮 | (31) | 1.4 电气布置图绘制图例 | (53) |
| 1.2.2.5 旋动控制器件 | (31) | 第2章 机柜设计 | (54) |
| 1.2.2.6 启动器件 | (32) | 2.1 影响机柜结构设计的因素 | (54) |
| 1.2.2.7 急停器件 | (32) | 2.1.1 机柜的结构及基本类型 | (54) |
| 1.2.2.8 紧急断开器件 | (32) | 2.1.1.1 机柜的基本结构模式 | (54) |
| 1.2.2.9 使能控制器件 | (33) | 2.1.1.2 机柜的典型结构组成 | (56) |
| 1.2.3 电动机及有关设备、附件和照明、 标志和代号 | (33) | 2.1.1.3 机柜的分类 | (57) |
| 1.2.3.1 电动机及有关设备 | (33) | | |

| | | | |
|--|------|---------------------------------|-------|
| 2.1.2 标准机柜与非标准机柜 | (61) | 2.2.4 机柜的材料 | (93) |
| 2.1.2.1 优先采用标准化设计 | (61) | 2.2.4.1 绿色环保设计 | (93) |
| 2.1.2.2 标准机柜的选择要求 | (62) | 2.2.4.2 机柜材料选择的一般要求 | (94) |
| 2.1.2.3 非标准机柜的结构设计 | (65) | 2.2.4.3 材料耐非正常热和火的 要求 | (94) |
| 2.1.3 机柜材料对柜体结构设计的影响 | (66) | 2.2.4.4 材料的验证试验要求 | (94) |
| 2.1.3.1 机柜材料的机械性能决定机 柜机械强度 | (66) | 2.3 机柜的结构设计 | (95) |
| 2.1.3.2 材料的机械性能决定机柜零 部件的工艺 | (67) | 2.3.1 机柜结构的机械设计 | (95) |
| 2.1.4 机械加工工艺水平对柜体结构设 计的影响 | (67) | 2.3.1.1 机柜结构的机械强度要求 | (95) |
| 2.1.5 电气系统对结构设计的影响 | (69) | 2.3.1.2 机柜活动部件的设计要求 | (95) |
| 2.1.6 影响机柜设计的其他因素 | (71) | 2.3.1.3 用柜体做防护的结构设计 要求 | (96) |
| 2.1.6.1 环境条件对柜体结构设计的 影响 | (71) | 2.3.1.4 机柜接地的结构设计要求 | (100) |
| 2.1.6.2 维修操作便利性及运输安装 对机柜结构设计的影响 | (71) | 2.3.2 机柜安全防护设计 | (101) |
| 2.1.6.3 机械规范对柜体结构设计的 影响 | (72) | 2.3.2.1 安全稳定性设计 | (101) |
| 2.1.7 机柜结构图的绘制 | (72) | 2.3.2.2 温升 | (102) |
| 2.1.7.1 机柜结构设计的一般步骤 | (72) | 2.3.2.3 电气联锁 | (102) |
| 2.1.7.2 机柜图的内容 | (73) | 2.3.2.4 抽出式部件的隔离距离 | (103) |
| 2.1.7.3 机柜图的绘制方法 | (74) | 2.3.2.5 隔室 | (103) |
| 2.2 机柜设计的要求 | (77) | 2.3.2.6 电柜、门和通孔 | (104) |
| 2.2.1 机柜的结构设计要求 | (77) | 2.3.3 控制柜外观与造型设计要求 | (104) |
| 2.2.1.1 功能要求 | (77) | 2.3.3.1 控制柜的造型设计 | (104) |
| 2.2.1.2 工艺要求 | (81) | 2.3.3.2 控制柜的表面涂覆 | (104) |
| 2.2.1.3 装配要求 | (83) | 2.3.3.3 特殊要求 | (105) |
| 2.2.1.4 成本要求 | (84) | 2.3.4 便利性设计 | (105) |
| 2.2.1.5 其他要求 | (85) | 2.3.4.1 检修便利性结构设计要求 | (105) |
| 2.2.2 影响结构尺寸的因素 | (85) | 2.3.4.2 控制柜的搬运结构设计 | (106) |
| 2.2.2.1 结构尺寸的要求 | (85) | 2.3.5 改善控制柜工作条件的措施 | (106) |
| 2.2.2.2 机柜结构的电气性能要求 | (88) | 2.3.5.1 考虑大气湿度所采取的 设计 | (106) |
| 2.2.3 控制设备外壳的防护等级 | (88) | 2.3.5.2 冷却降温 | (107) |
| 2.2.3.1 电气控制设备常见故障 | (89) | 2.4 机柜钣金加工的工艺设计 | (109) |
| 2.2.3.2 电柜的防护等级 | (89) | 2.4.1 机柜制作材料的工艺性 | (109) |
| 2.2.3.3 污染等级 | (91) | 2.4.1.1 机柜常用钢板 | (110) |
| 2.2.3.4 机柜的防护等级要求及确定 原则 | (91) | 2.4.1.2 铝和铝合金板 | (111) |
| 2.2.3.5 机柜常用的防护等级 | (92) | 2.4.1.3 常用板材的性能比较 | (111) |
| | | 2.4.2 下料方法的选择 | (111) |
| | | 2.4.2.1 常用下料方法 | (112) |
| | | 2.4.2.2 剪床下料工艺设计 | (112) |
| | | 2.4.3 冲裁加工工艺设计 | (113) |

| | | | | | |
|------------|-----------------------|-------|---------|---------------------|-------|
| 2.4.3.1 | 工艺方案的比较 | (113) | 3.2 | 机柜的加工工艺 | (168) |
| 2.4.3.2 | 冲裁件的工艺性 | (114) | 3.2.1 | 下料工艺 | (168) |
| 2.4.3.3 | 冲裁件的加工精度 | (116) | 3.2.1.1 | 手工划线 | (168) |
| 2.4.3.4 | 提高零件强度的工艺设计 | (118) | 3.2.1.2 | 手工下料操作工艺 | (169) |
| 2.4.3.5 | 用数控冲床加工板材的厚度 加工范围 | (119) | 3.2.1.3 | 板材剪切下料工艺 | (170) |
| 2.4.3.6 | 常用的三种落料和冲孔方法 的对比选择 | (120) | 3.2.1.4 | 型材下料工艺 | (171) |
| 2.4.4 | 折弯工艺设计 | (120) | 3.2.2 | 孔的加工工艺 | (173) |
| 2.4.4.1 | 折弯件的工艺性要求 | (121) | 3.2.2.1 | 钻孔操作工艺 | (173) |
| 2.4.4.2 | 弯曲件的精度 | (127) | 3.2.2.2 | 扩孔、铰孔与攻丝 | (174) |
| 2.4.4.3 | 弯边圆角展开尺寸 | (129) | 3.2.2.3 | 开孔工艺 | (175) |
| 2.5 | 连接与表面处理的工艺设计 | (130) | 3.2.2.4 | 手动冲孔工艺 | (176) |
| 2.5.1 | 机柜零部件连接工艺设计 | (130) | 3.2.2.5 | 机械冲孔工艺 | (177) |
| 2.5.1.1 | 焊接 | (130) | 3.2.3 | 钢板折弯 | (179) |
| 2.5.1.2 | 螺纹连接 | (135) | 3.2.3.1 | 钢板折弯工艺 | (179) |
| 2.5.1.3 | 铆接 | (139) | 3.2.3.2 | 模具的调整 | (181) |
| 2.5.2 | 表面处理的工艺设计 | (143) | 3.2.3.3 | 折弯加工常见的问题及其 解决方法 | (183) |
| 2.5.2.1 | 机柜金属表面处理方式的 选择 | (144) | 3.2.4 | 连接加工工艺 | (185) |
| 2.5.2.2 | 喷塑与喷漆工艺的比较 | (145) | 3.2.4.1 | 通用电焊工艺 | (185) |
| 第3章 | 机柜的制作 | (148) | 3.2.4.2 | 工艺参数选择 | (188) |
| 3.1 | 机柜的加工 | (148) | 3.2.4.3 | 箱体结构焊接工艺 | (191) |
| 3.1.1 | 机柜的机械加工 | (148) | 3.2.4.4 | 焊接缺陷与防止方法 | (192) |
| 3.1.1.1 | 机柜机械加工的技术 要求 | (148) | 3.3 | 机柜加工设备的使用与维护 | (193) |
| 3.1.1.2 | 审核图纸 | (149) | 3.3.1 | 机柜生产设备的使用 | (193) |
| 3.1.1.3 | 机柜加工过程的控制 | (149) | 3.3.1.1 | 数控剪床操作规程 | (193) |
| 3.1.2 | 机柜的制造工艺方法 | (149) | 3.3.1.2 | 数控冲床操作规程 | (196) |
| 3.1.2.1 | 机柜型材的加工与设备 | (149) | 3.3.1.3 | 数控折弯机操作规程 | (199) |
| 3.1.2.2 | 框架类零部件的加工方法 | (151) | 3.3.2 | 数控设备的保养与维护 | (202) |
| 3.1.2.3 | 覆板、门板、面板类零部件 的加工方法 | (151) | 3.3.2.1 | 维修保养的安全要求 | (202) |
| 3.1.3 | 机柜生产的工艺装备 | (151) | 3.3.2.2 | 数控设备维护与保养的 内容 | (202) |
| 3.1.3.1 | 单件生产 | (152) | 3.3.2.3 | 数控设备的测试与调整 | (205) |
| 3.1.3.2 | 批量生产 | (152) | 3.4 | 机柜的表面处理 | (205) |
| 3.1.3.3 | 大批量生产 | (154) | 3.4.1 | 机柜表面处理概述 | (205) |
| 3.1.4 | 机柜生产设备的选择 | (156) | 3.4.1.1 | 表面处理的主要作用 | (205) |
| 3.1.4.1 | 冲剪设备 | (156) | 3.4.1.2 | 表面处理工艺方法 | (206) |
| 3.1.4.2 | 折弯设备 | (163) | 3.4.1.3 | 表面处理典型工艺过程 | (209) |
| | | | 3.4.2 | 机柜表面的机械处理 | (210) |
| | | | 3.4.2.1 | 表面机械加工常识 | (210) |
| | | | 3.4.2.2 | 抛光 | (211) |

| | | | | | |
|------------|-------------------|-------|---------|------------------------------------|-------|
| 3.4.2.3 | 网纹表面加工 | (211) | 4.1.2.5 | 线槽、导轨及端子排的 安装 | (248) |
| 3.4.2.4 | 毛面表面加工 | (212) | 4.2 | 零部件的安装 | (250) |
| 3.4.2.5 | 蚀刻表面加工 | (212) | 4.2.1 | 零部件安装的前期工作 | (250) |
| 3.4.3 | 表面前处理 | (212) | 4.2.1.1 | 图纸和资料的准备 | (250) |
| 3.4.3.1 | 表面前处理的方法 | (212) | 4.2.1.2 | 测量仪表和工具的准备 | (250) |
| 3.4.3.2 | 表面前处理的工艺 | (213) | 4.2.1.3 | 安装作业条件 | (251) |
| 3.4.3.3 | 表面前处理后的保管期 | (217) | 4.2.1.4 | 常用材料、电气元件的 准备 | (251) |
| 3.5 | 电化学处理与涂覆 | (218) | 4.2.1.5 | 安全生产注意事项 | (251) |
| 3.5.1 | 电化学表面处理 | (218) | 4.2.2 | 零部件安装前的检查 | (252) |
| 3.5.1.1 | 电镀概述 | (218) | 4.2.2.1 | 机柜零部件检查 | (252) |
| 3.5.1.2 | 镀锌知识 | (219) | 4.2.2.2 | 电气设备开箱检查 | (253) |
| 3.5.1.3 | 冷镀锌 | (220) | 4.2.3 | 零部件安装的技术要求 | (255) |
| 3.5.1.4 | 热镀锌 | (223) | 4.2.3.1 | 电气元件的安装应符合产品 使用说明书的安装要求 | (255) |
| 3.5.1.5 | 镀后处理 | (225) | 4.2.3.2 | 发热元件的安装要求 | (256) |
| 3.5.1.6 | 铝及铝合金机柜表面处理 方法 | (228) | 4.2.3.3 | 电气元件的安装应考虑设备的接 线、使用及维护的方便性 | (256) |
| 3.5.2 | 涂覆 | (228) | 4.2.3.4 | 电气间隙及爬电距离 | (257) |
| 3.5.2.1 | 涂覆概述 | (228) | 4.2.3.5 | 常用低压电气元件的飞弧 距离 | (257) |
| 3.5.2.2 | 金属表面喷漆 | (229) | 4.2.3.6 | 电气元件安装在可动部件 上的要求 | (258) |
| 3.5.2.3 | 喷塑 | (231) | 4.2.3.7 | 电气元件的紧固 | (258) |
| 3.5.2.4 | 喷涂设备 | (233) | 4.2.3.8 | 元器件及产品的铭牌、标志 牌、标字框等的安装 | (259) |
| 3.5.2.5 | 电泳涂装 | (234) | 4.2.4 | 安装质量检查 | (259) |
| 第4章 | 装配与安装 | (239) | 4.2.4.1 | 安装质量检查方法 | (259) |
| 4.1 | 机柜的装配与安装 | (239) | 4.2.4.2 | 安装质量检查的内容及 要求 | (259) |
| 4.1.1 | 机柜装配 | (239) | 4.2.4.3 | 安装质量检验评定标准 | (260) |
| 4.1.1.1 | 柜体装配安全操作规程 | (239) | 4.2.4.4 | 低压电器绝缘电阻的测量 | (260) |
| 4.1.1.2 | 机柜装配的技术要求 | (239) | 4.2.4.5 | 元器件安装完毕转交接线 工序时,应提交的技术资 料和文件 | (261) |
| 4.1.1.3 | 机柜装配工艺流程 | (239) | 4.3 | 印制板上元器件的安装 | (261) |
| 4.1.1.4 | 柜体装配的工艺 | (240) | 4.3.1 | 电子元器件的筛选与检测 | (261) |
| 4.1.1.5 | 柜体接地工艺 | (242) | 4.3.2 | 电子元器件的插装与贴装 | (262) |
| 4.1.1.6 | 柜体的标记、标识与丝网 印制 | (243) | 4.3.2.1 | 元器件的插装方法 | (262) |
| 4.1.1.7 | 机柜装配后的工序质量 检查 | (244) | | | |
| 4.1.2 | 机柜上零部件的安装 | (245) | | | |
| 4.1.2.1 | 安装顺序 | (245) | | | |
| 4.1.2.2 | 柜体内框架的安装 | (245) | | | |
| 4.1.2.3 | 柜体内元器件的安装 | (246) | | | |
| 4.1.2.4 | 电气安装板上元器件的 安装 | (246) | | | |

| | | | | | |
|---------|------------------------------|-------|---------|-----------------------------|-------|
| 4.3.2.2 | 穿孔插装 PCB 元件的定位 与安放技巧····· | (264) | 4.5.4.1 | 继电器的安装位置····· | (289) |
| 4.3.2.3 | 元器件的贴装方法····· | (264) | 4.5.4.2 | 继电器的安装方向····· | (289) |
| 4.3.2.4 | 贴片工艺常见问题及分析····· | (265) | 4.5.4.3 | 继电器的安装要点····· | (290) |
| 4.3.2.5 | 自动插件机和贴片机的维护 与保养要求····· | (268) | 4.5.4.4 | 插座用继电器安装····· | (290) |
| 4.3.3 | 各类元器件安装注意事项····· | (269) | 4.5.4.5 | 热继电器的安装····· | (291) |
| 4.3.3.1 | 电容器的安装····· | (269) | 4.5.5 | 电力电容器安装····· | (293) |
| 4.3.3.2 | 二极管的安装····· | (270) | 4.5.5.1 | 电容器安装的主要要求····· | (293) |
| 4.3.3.3 | 晶体三极管的安装····· | (270) | 4.5.5.2 | 安装操作工艺····· | (293) |
| 4.3.3.4 | 集成电路的安装····· | (271) | 4.5.5.3 | 电容器安装注意事项····· | (295) |
| 4.3.3.5 | 光耦合器的安装····· | (272) | 4.5.5.4 | 安装质量检查标准····· | (295) |
| 4.3.3.6 | 印制电路板继电器的安装····· | (273) | 4.6 | 电气组件的安装····· | (296) |
| 4.3.3.7 | 其他元器件的安装····· | (274) | 4.6.1 | 热电阻与热电偶的安装····· | (296) |
| 4.4 | 印制板的装联····· | (274) | 4.6.1.1 | 安装前的准备····· | (296) |
| 4.4.1 | 印制板组件装联技术要求····· | (274) | 4.6.1.2 | 热电偶测温点安装位置的 选择····· | (296) |
| 4.4.1.1 | 一般要求····· | (274) | 4.6.1.3 | 铠装热电偶与热电阻的安 装方法····· | (298) |
| 4.4.1.2 | 安装要求····· | (275) | 4.6.2 | PLC 安装····· | (299) |
| 4.4.1.3 | 连接要求····· | (275) | 4.6.2.1 | PLC 的安装环境····· | (299) |
| 4.4.1.4 | PCB 的装联工艺流程····· | (275) | 4.6.2.2 | PLC 的安装要求····· | (300) |
| 4.4.1.5 | 装联质量检验····· | (276) | 4.6.2.3 | PLC 的安装方法····· | (300) |
| 4.4.2 | 印制电路板的焊接····· | (277) | 4.6.3 | 电力半导体器件的安装····· | (301) |
| 4.4.2.1 | 手工焊接的工艺要素····· | (277) | 4.6.3.1 | 半导体功率器件的安装 要求····· | (301) |
| 4.4.2.2 | 浸焊的工艺要素····· | (277) | 4.6.3.2 | 安装步骤····· | (301) |
| 4.4.2.3 | 波峰焊的工艺要素····· | (278) | 4.6.3.3 | 晶闸管的安装····· | (302) |
| 4.4.2.4 | 回流焊的工艺要素····· | (279) | 4.6.3.4 | IGBT 安装时的注意事项····· | (303) |
| 4.4.3 | 清洗与涂层····· | (281) | 4.6.4 | 其他电气组件的安装方法····· | (305) |
| 4.4.3.1 | 清洗····· | (281) | 4.6.4.1 | 按钮和指示灯安装····· | (305) |
| 4.4.3.2 | 涂层····· | (283) | 4.6.4.2 | 端子排的安装····· | (306) |
| 4.5 | 低压电器的安装····· | (284) | 4.6.4.3 | 电工仪表及其附件····· | (306) |
| 4.5.1 | 断路器安装····· | (284) | 4.6.4.4 | 变阻、电阻器件的安装 方法····· | (307) |
| 4.5.1.1 | 低压断路器的安装方式····· | (284) | 4.6.4.5 | 电感类组件的安装····· | (308) |
| 4.5.1.2 | 框架式断路器的安装····· | (284) | 4.6.4.6 | 避雷器的安装方法····· | (308) |
| 4.5.1.3 | 塑壳空气断路器的安装····· | (285) | 4.6.4.7 | 电磁铁的安装方法····· | (308) |
| 4.5.1.4 | 刀开关、刀熔开关的安装····· | (286) | 4.6.4.8 | 明装插座及面板式插座、开 关的安装方法····· | (309) |
| 4.5.2 | 熔断器安装····· | (287) | 4.6.4.9 | HZ 系列组合开关的安装 方法····· | (309) |
| 4.5.3 | 接触器的安装····· | (288) | | | |
| 4.5.3.1 | 交流接触器安装前的检查····· | (288) | | | |
| 4.5.3.2 | 交流接触器的安装要求····· | (289) | | | |
| 4.5.4 | 继电器的安装····· | (289) | | | |

| | | | |
|----------------------|-------|------------------------|-------|
| 第5章 柜内的导线连接 | (310) | 5.3.2 连接和布线 | (333) |
| 5.1 接线图 | (310) | 5.3.2.1 一般要求 | (333) |
| 5.1.1 接线图绘制规则 | (310) | 5.3.2.2 导线和电缆敷设 | (333) |
| 5.1.1.1 对电气安装接线图的要求 | (310) | 5.3.2.3 不同电路的导线 | (333) |
| 5.1.1.2 接线图包含的内容 | (310) | 5.3.2.4 集聚安装 | (333) |
| 5.1.1.3 接线图绘制原则 | (311) | 5.3.2.5 感应电源系统传感器(拾取器) | |
| 5.1.2 电气接线图绘制方法 | (312) | 和传感转换器之间的连接 | (334) |
| 5.1.2.1 在原理图上标出接线标号 | (312) | 5.3.3 保护性接地要求 | (334) |
| 5.1.2.2 绘制元件框、元器件符号并 | | 5.3.3.1 结构要求 | (334) |
| 分配元件编号 | (313) | 5.3.3.2 保护接地端子 | (334) |
| 5.1.2.3 表示接线关系的方法 | (316) | 5.3.3.3 保护接地端子的标志和 | |
| 5.1.2.4 接线端子编号 | (320) | 识别 | (334) |
| 5.1.2.5 标注导线的标称截面和 | | 5.3.4 导线的标识 | (334) |
| 种类 | (321) | 5.3.4.1 一般要求 | (334) |
| 5.1.3 电气接线图图例 | (321) | 5.3.4.2 保护导线的标识 | (335) |
| 5.2 导线和电缆选择 | (322) | 5.3.4.3 中线的标识 | (335) |
| 5.2.1 一般要求 | (322) | 5.3.4.4 颜色的标识 | (335) |
| 5.2.2 导线 | (322) | 5.3.5 电柜内配线 | (336) |
| 5.2.2.1 导线分类 | (322) | 5.3.6 母线工艺设计 | (336) |
| 5.2.2.2 导线截面积 | (322) | 5.3.6.1 母线设计的要素 | (336) |
| 5.2.2.3 导线的绝缘 | (323) | 5.3.6.2 母线介电设计 | (337) |
| 5.2.2.4 正常工作时的载流容量 | (324) | 5.3.6.3 母线连接设计 | (338) |
| 5.2.2.5 导线和电缆的电压降 | (326) | 5.3.6.4 母线保护导体电路 | (342) |
| 5.2.2.6 短时电流引起热应力时保护 | | 5.3.7 电柜外配线 | (342) |
| 导体截面积的计算方法 | (327) | 5.3.7.1 一般要求 | (342) |
| 5.2.3 软电缆 | (327) | 5.3.7.2 外部管道 | (342) |
| 5.2.3.1 概述 | (327) | 5.3.7.3 机械移动部件的连接 | (343) |
| 5.2.3.2 机械性能 | (327) | 5.3.7.4 机械上器件的互连 | (344) |
| 5.2.3.3 绕在电缆盘上电缆的载流 | | 5.3.7.5 插头/插座组合 | (344) |
| 容量 | (328) | 5.3.7.6 为了装运的拆卸 | (344) |
| 5.2.4 柜内母线 | (328) | 5.3.7.7 备用导线 | (345) |
| 5.2.4.1 母线材料选择 | (328) | 5.3.8 通道、接线盒与其他线盒 | (345) |
| 5.2.4.2 母线规格的确定 | (328) | 5.4 导线加工工艺 | (346) |
| 5.2.5 鉴别 | (331) | 5.4.1 导线加工步骤 | (346) |
| 5.3 配线工艺设计 | (331) | 5.4.1.1 图纸和资料的准备 | (346) |
| 5.3.1 布线总论 | (331) | 5.4.1.2 线束材料、加工设备、工具 | |
| 5.3.1.1 总则 | (331) | 的准备 | (347) |
| 5.3.1.2 功能单元电气连接形式的 | | 5.4.1.3 线束加工的工艺流程 | (347) |
| 说明 | (332) | 5.4.2 线束加工的技术要求 | (348) |
| 5.3.1.3 载流部件及其连接 | (332) | 5.4.2.1 线束的技术要求 | (348) |

| | | | | | |
|---------|---------------------------|-------|---------|-------------------|-------|
| 5.4.2.2 | 导线端头的制作要求 | (349) | 5.5.4 | 母线加工及安装的质量控制 | (369) |
| 5.4.2.3 | 标号管的制作要求 | (349) | 5.5.4.1 | 母线的加工和装配工序 检查 | (369) |
| 5.4.3 | 线束加工的工艺要求 | (350) | 5.5.4.2 | 在验收时应进行的检查 | (369) |
| 5.4.3.1 | 确定下线长度 | (350) | 5.5.4.3 | 检验项目 | (369) |
| 5.4.3.2 | 导线下线及端部的绝缘 剥除 | (350) | 5.5.4.4 | 应有的质量记录 | (370) |
| 5.4.3.3 | 导线标记套管制作与套装 | (352) | 5.6 | 导线连接工艺 | (371) |
| 5.4.3.4 | 冷压接头的压接工艺要求 | (352) | 5.6.1 | 工艺准备 | (371) |
| 5.4.3.5 | 端子压接的质量检查要点 | (354) | 5.6.1.1 | 使用材料 | (371) |
| 5.4.3.6 | 接线端子压接过程可能出 现的问题及处理 | (354) | 5.6.1.2 | 设备工具 | (372) |
| 5.4.3.7 | 接线端头的焊接要求 | (354) | 5.6.1.3 | 生产准备 | (373) |
| 5.4.4 | 线束质量的检验 | (355) | 5.6.2 | 接线方式与接线工艺流程 | (373) |
| 5.4.4.1 | 抽样方法 | (355) | 5.6.3 | 柜内接线的技术要求 | (373) |
| 5.4.4.2 | 检验设备 | (355) | 5.6.3.1 | 控制柜内接线的总体要求 | (373) |
| 5.4.4.3 | 检验项目和方法 | (355) | 5.6.3.2 | 导线连接的布线要求 | (374) |
| 5.5 | 母线加工及安装工艺 | (357) | 5.6.3.3 | 导线连接对接线端头的 要求 | (374) |
| 5.5.1 | 生产准备 | (357) | 5.6.3.4 | 各种电气元件的接线要求 | (374) |
| 5.5.1.1 | 资料 | (357) | 5.6.3.5 | 接线端子的接线要求 | (374) |
| 5.5.1.2 | 材料要求 | (357) | 5.6.3.6 | 可动部位导线连接的要求 | (375) |
| 5.5.1.3 | 主要工具、设备及测试 器具 | (357) | 5.6.3.7 | 接地的接线要求 | (375) |
| 5.5.1.4 | 施工条件 | (358) | 5.6.3.8 | 锡焊连接的接线要求 | (375) |
| 5.5.2 | 母线的加工 | (358) | 5.6.4 | 接线工艺要求 | (375) |
| 5.5.2.1 | 母线加工的技术要求 | (358) | 5.6.4.1 | 接线生产准备 | (375) |
| 5.5.2.2 | 母线加工和安装的工艺 流程 | (359) | 5.6.4.2 | 接线过程及工艺要求 | (377) |
| 5.5.2.3 | 母线的下料 | (359) | 5.6.4.3 | 接线工序质量检查 | (381) |
| 5.5.2.4 | 孔加工、压母、踏花 | (360) | 5.6.5 | 布线 | (381) |
| 5.5.2.5 | 母线的弯曲 | (361) | 5.6.5.1 | 布线技术要求 | (381) |
| 5.5.2.6 | 母线的表面处理 | (362) | 5.6.5.2 | 导线整理工艺 | (381) |
| 5.5.3 | 母线的连接安装 | (363) | 5.6.5.3 | 线束布置工艺 | (382) |
| 5.5.3.1 | 母线装联的技术要求 | (363) | 5.6.5.4 | 导线的绑扎 | (384) |
| 5.5.3.2 | 母线的焊接 | (364) | 5.6.5.5 | 导线的固定支撑(线卡) 工艺 | (385) |
| 5.5.3.3 | 母线架、绝缘母线夹板、支 撑绝缘子的安装方法 | (365) | 5.6.6 | 接线质量的检验 | (386) |
| 5.5.3.4 | 硬母线的安装 | (366) | 5.6.6.1 | 检验程序 | (386) |
| 5.5.3.5 | 软母线的安装 | (368) | 5.6.6.2 | 外观检查 | (386) |
| 5.5.3.6 | 母线安装应注意的质量 问题 | (368) | 5.6.6.3 | 接线质量的测试 | (388) |
| | | | 参考文献 | (390) | |

第1章 电气布置图

1.1 电气元件布置图设计

电气控制设备结构设计如果能保证电气安全并满足生产工艺的要求，就可以说是一种好的设计；但为了满足电气控制设备的制造和使用要求，还必须进行合理的电气控制工艺设计。这些设计包括电气控制柜的结构设计、电气控制柜总体配置图、总接线图设计及各部分的电气装配图与接线图设计，同时还要有元件目录、接线表及主要材料清单等技术资料。

1.1.1 控制柜总体配置设计的方法

电气元件布置图又称为电气装配图。电气元件布置图绘制的实质是电气控制系统的电气结构设计，属于电气工艺设计。工艺是劳动者利用生产工具对各种原料、半成品进行加工或处理，使之成为产品的方法，是人类在劳动中积累并总结得到的操作技术经验。

绘制电气元件布置图，是为制造、使用、运行、维修电气控制装置所进行的生产施工设计。电气元件布置图可根据电气设备的复杂程度集中绘制或分别绘制，一般必须有控制柜总体布置图、二次系统安装板布置图和印制电路板布置图。因为电气元件布置图清楚地表达出各个电气元件之间的装配关系，所以又称为控制柜总体装配图、二次系统安装板装配图和印制电路板装配图。

一般控制柜的总体电气元件布置图和一次电路接线图（母线接线图）是绘制在一起的，所以又称为电气控制柜总装配图，是进行分部设计和协调各部分组成为一个完整系统的依据。但是，由于图面限制，总体电气元件布置图无法将二次系统安装板上的电气元件布置情况表达清楚，一般需要单独绘制二次（控制）系统安装板装配图和印制电路板装配图。

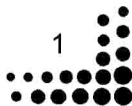
1.1.1.1 确定电气控制装置的结构形式

电气控制装置的结构形式要根据电气原理总图、电气设备与电气元件明细表，以及装置的使用场合、条件来确定。

1. 根据设备要求的安装位置选择结构形式

1) 安装在设备机身内的控制设备

安装在生产机械壁龛中是较简单的电气设备，应采用控制板结构，即把电气元件安装在一块底板上，通过端子板（或插座）引入和引出电源。





2) 与生产机械分开放置的小容量电气控制设备

与生产机械分开放置的小容量电气控制设备可采用电气箱结构, 面板可安装电压表、电流表、指示灯、按钮、开关及调节旋钮等, 其他电气元件则安装在箱内底盘上。

3) 对于复杂、容量较大的系统

对于复杂、容量较大的系统, 因电气设备和电气元件数量多, 系统体积大, 应采用电气柜的结构形式。一般应将主电路和控制电路分开放置, 对抗干扰要求高的部件, 还应加装屏蔽罩。

2. 根据使用要求选择结构形式

1) 需要时刻监视并随时可能操作

对于需要时刻监视并随时可能操作的使用要求, 应采用操作台的结构形式。

操作台的结构形式可以使操作人员以坐姿进行工作, 可以有效地减轻操作人员的劳动强度, 有利于操作人员全身心地投入到不间断的监视及操作工作中。这种以人为本的人性化配置设计, 能够为电气控制设备及被控制设备的安全可靠运行提供最佳保证。

2) 需要定时监视但不经常操作

对于需要定时监视但不经常操作的使用要求, 应采用操作柜的结构形式。控制仪表或显示屏及控制按钮或操纵杆布置在柜门上, 构成控制面板。

3) 不需要监视且不需要操作

对不需要监视且不需要操作的使用要求, 应采用封闭柜或封闭箱的结构形式。

3. 其他要求

在确定电气装置的结构形式时, 还应考虑装置外形美观、结构尺寸合理、布局得当、不相互干扰、便于安装和维修等细节。在满足用户要求的前提下, 还应尽量降低成本。

1.1.1.2 机柜尺寸的初步确定

1. 根据用户的使用环境

1) 根据用户的使用环境确定控制柜的防护等级

如果用户的使用环境中存在雨、雪、风、沙、腐蚀性气体、微生物、小动物等影响电气控制设备安装及可靠工作的因素, 就必须根据用户的使用环境确定控制柜的防护等级, 然后根据确定的控制柜的防护等级进行机柜的结构设计, 最后确定机柜的尺寸。

2) 温度

温度是影响电气控制设备安装及可靠工作的决定性因素。电气元件的工作温度每超过额定工作温度 10°C , 其工作寿命将减少一半; 当温度过高时电气元件会在瞬间烧毁。控制电气控制设备的工作温度通常采用控制大气环境温度和电气控制设备内部工作温度两种方法。

控制大气环境温度需要付出比较高的成本, 例如采用空调设备, 因此, 在采取其他技术措

施能够解决的情况下一般不推荐使用。采用降低电气控制设备内部工作温度的方法比较普遍，降低电气控制设备内部工作温度的方法有以下几种：

- 降低机柜内的功率密度

降低机柜内的功率密度就是说，在绘制电气元件布置图时，各个电气元件不能为了节省空间而紧凑安装，而应布置得尽可能松散一些，尤其是那些发热量比较大的器件。

- 降低机柜内的温度

使用风机加快机柜内空气的流速来降低机柜内的温度，简单可靠，是比较普遍的方法。当风机降温无法满足要求时，可以采用水冷降温的方法。水冷降温结构比较复杂，运行成本稍高。不论哪种降温方式，在绘制电气元件布置图时都必须满足相关技术标准的要求，并且对机柜结构尺寸都会产生不同程度的影响。

3) 海拔高度

海拔高度对机柜尺寸的影响：海拔高度增加时，空气变得稀薄使电气控制设备的散热条件变差，导致电气控制设备的温度升高。所以，海拔高度对电气元件布置图的影响与温度相同。

2. 电气零部件的外形尺寸

电气零部件的外形尺寸大小直接影响机柜尺寸的大小和结构。影响电气零部件的外形尺寸大小的主要因素有两个：

1) 一次电路的电压等级

一次电路的电压等级越高，对电气元件的绝缘耐压等级要求越高；为保证控制电气安全可靠地工作及工作寿命，必须保证各个电极之间有足够的电气间隙和爬电距离，其结果是造成控制电器形体增大。控制电器形体的增大，一方面使其外形尺寸增大，另一方面控制电器的自身重量大幅度增加。

2) 一次电路的电流大小

一次电路的电流越大，工作时产生的电动力就越大；为保证控制电器安全可靠地工作及工作寿命，要求电气元件的导电部件尺寸足够大，因而造成控制电器形体增大。

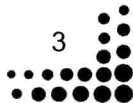
控制电器外形尺寸的增大，要求机柜的尺寸必须足够大，这样才能够保证足够的电气间隙和爬电距离的前提下进行安装。控制电器自身重量的增加，要求机柜必须有足够的机械强度和结构刚度，这样才能够安全可靠地支撑它们。这些都是在进行电气元件布置图设计和机柜结构设计时必须考虑的问题。

3. 安装尺寸

安装尺寸对电气元件布置图设计的影响表现在以下几个方面：

1) 电气安装规范的影响

电气元件布置图设计时，必须在保证足够的电气间隙和飞弧距离的前提下进行安装，因此必须考虑电气元件之间、电气元件与导线之间以及电气元件与机柜之间的电气间隙和飞弧距离。



2) 安装工艺的影响

安装工艺中绝缘方式的设计影响电气元件布置图设计时各个元件的布置。

一次电路的母线非常粗大，在短距离内进行弯曲加工很困难，因此一次电路中的控制电器布置时距离不能太近，且中相必须在一条直线上。

4. 根据国家标准初步选定拟采用的控制柜体尺寸

采用标准化的控制柜体尺寸，能够有效地减少电气控制设备的设计工作量，便于进行大规模的工业化生产，在保证质量的条件下可以大幅度降低生产成本。

对于小批量生产，可以很方便地购买到各种标准机柜。如果自制机柜，也可以方便地购买到机柜专用型材及各种机柜配件。

1.1.1.3 电气元件布置图的绘制原则

电气元件布置图是某些电气元件按一定原则的组合。电气元件布置图的设计依据是电气原理图、部件图、组件的划分情况等。总体配置设计得合理与否关系到电气控制系统的制造、装配质量，更将影响到电气控制系统性能的实现及其工作的可靠性和操作、调试、维护等工作的方便及质量。电气元件布置图设计时应遵循以下原则：

1. 必须遵循相关国家标准

(1) 总体设计要在满足电气控制柜设计标准和规范的前提下，使整个电气控制系统集中、紧凑。

(2) 要把整体结构画清楚，把各单元与主体的连接画出来，在表示清楚结构的情况下，各单元部件可采用示意画出，但应按实物比例投影画出。一般应画出正视图、侧视图、俯视图，复杂装置还应画出后视图。总之，以看清结构为原则。画时应把箱体剖开画，外形图应单画。

(3) 总体配置设计是以电气系统的总装配图与总接线图形式来表达的，图中应以示意形式反映出各部分主要组件的位置及各部分接线关系、走线方式及使用的行线槽、管线等。电气控制柜总装配图、接线图，根据需要可以分开，简单一些的也可并在一起。电气控制柜总装配图是进行分部设计和协调各部分组成一个完整系统的依据。

(4) 电气元件布置图主要用于表明电气设备上所有电气元件的实际位置，为电气设备的安装及维修提供必要的资料。图中应标注相关的安装尺寸，各电气元件代号应与电原理图和电器清单上所有的元器件代号相同，在图中需要留有 10% 以上的备用面积及导线管（槽）的位置，以供改进设计时用。

2. 电气元件位置的确定

(1) 在空间允许条件下，把发热元件和噪声振动大的电气部件，尽量放在离其他元件较远的地方或隔离开来。一般较重、体积大的设备放在下层，主电路电气元件和安装板安装在柜内的框架上，控制电路的电气元件安装在安装板上。当元器件数量较多时，电气元件和安装板可分层布置。

同一组件中电气元件的布置应注意将体积大和较重的电气元件安装在电气板的下面或柜体



的框架上，而发热元件应安装在电气箱（柜）的上部或后部。负荷开关应安装在隔离开关的下面，并要求两个开关的中心线必须在一条直线上，以便于母线的连接。一般热继电器的出线端直接与电动机相连，而其进线端与接触器直接相连，便于接线并使走线最短，且宜于散热。

(2) 需要经常维护、检修、调整的电气元件安装位置不宜过高或过低，人力操作开关及需经常监视的仪表的安装位置应符合人体工程学原理，其安装位置应高低适宜，以便工作人员操作。

(3) 强电、弱电应该分开走线，注意屏蔽层的连接，防止外界干扰的窜入。

为便于拆卸和维修，各层间的引线以及与箱外的连线均应通过端子板（或接插件）连接。

(4) 显示屏、仪表、指示灯、开关、调节旋钮等应安装在电气柜柜门的上方。对于多工位的大型设备，还应考虑多地操作的方便性；控制柜的总电源开关、紧急停止控制开关应安放在方便而明显的位置。

(5) 电气元件的布置应考虑安全间隙，各电气元件之间，上、下、左、右应保持一定的间距，并做到整齐、美观、对称；外形尺寸与结构类似的电器可安放在一起，以便进行加工、安装和配线。若采用线槽配线方式，应适当加大各排电器间距，以利于布线和维护，并且应考虑器件的发热和散热因素。

3. 电气布置图的绘制要求

(1) 各电气元件的位置确定以后，便可绘制电气布置图。电气布置图是根据电气元件的外形轮廓绘制的，即以其轴线为准，标出各元件的间距尺寸。每个电气元件的安装尺寸及其公差范围，应按产品说明书的标准标注，以保证安装板的加工质量和各电器的顺利安装。

(2) 电气柜中的大型电气元件，宜安装在两个安装横梁之间，这样可以减轻柜体重量，节约材料，也便于安装，所以设计时应计算纵向安装尺寸。

(3) 绘制电气元件布置图时，设备的轮廓线用细实线或点画线表示，电气元件均用粗实线绘制出简单的外形轮廓。

(4) 在电气布置图设计中，还要根据部件进出线的数量、采用导线规格及出线位置等，选择进出线方式及接线端子排、连接器或接插件，并按一定顺序标上进出线的接线号。

(5) 电气元件布局时必须满足导线电气连接的技术要求。如一次母线尽可能不出现交叉，连接导线应尽可能的短，不应存在舍近求远的问题等。

(6) 根据电气控制柜总装配图，最终确定控制柜体的外形尺寸，内部结构及结构件的位置、形状和尺寸，控制面板上的加工尺寸。

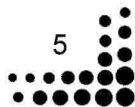
1.1.1.4 总体配置设计方法

总体配置设计是以电气系统的总装配图与总接线图形式来表达的，图中应以示意形式反映出各部分主要组件的位置及各部分接线关系、走线方式及使用的行线槽、管线等。

1. 电气控制柜组件的划分

电气控制柜总体配置设计任务是根据电气原理图的工作原理与控制要求，先将控制系统划分为几个组成部分（这些组成部分均称为部件），再根据电气控制柜的复杂程度，把每一部件划分成若干组件。

由于各种电气元件安装位置不同，在构成一个完整的电气控制系统时，就必须划分组件。





对于一些运用比较普遍的组件，现在已经形成了比较成熟的模块。这些模块结构合理，工作可靠，已经经过长时间的考验。在电气元件布置图设计中应优先采用这些成熟的模块，这样可以有效地提高设计工作效率，便于设计工作的标准化，能够大幅度降低生产制造成本，提高产品的可靠性。

1) 划分组件的原则

- (1) 把功能及安装方式类似的元件组合在一起；
- (2) 尽可能减少组件之间的连线数量，同时把接线关系密切的控制电器置于同一组件中；
- (3) 让强、弱电控制器分离，以减少干扰；
- (4) 为力求整齐美观，可把外形尺寸、重量相近的电器组合在一起；
- (5) 为了使电气控制系统便于检查与调试，把需经常调节、维护和易损元件组合在一起。

2) 常用电气控制设备组件划分的方法

对于控制规模不是很大的电气控制系统，一次电路和主电路的电气元件体积和重量较大，一般采用框架式安装方式，通常把它们作为一部分。二次电路和控制电路的电气元件体积和重量较小，一般采用安装板安装方式，通常把它们作为一部分。抽屉式安装和插接的弱电安装板，一般把它们作为一部分。这种划分方法有利于达到接线的设计标准要求，且电气元器件的位置容易确定。

例如，在电气控制设备中一次电路（主电路）的主要作用多数是控制被控制对象电源的通断，这就需要使用开关电器。开关控制组件已经存在成熟的模块，对于大电流电路开关控制组件一般采用隔离开关加负荷开关的模块。再如，电动机控制的主电路已经形成由断路器→熔断器→交流接触器→热继电器的成熟的模块。其布置方式一般自上而下排列，要求中相在一条轴线上，以便于母线的加工和安装。

按照电气控制柜元器件安装和接线的标准及规范，首先要确定在框架上安装每个元器件的位置，再确定安装板上安装每个元器件的位置，以便确定安装板的尺寸及安装方法。然后再根据电气原理图的接线关系整理出各部分的进出线号，并调整它们之间的连接方式。这一设计工作是一个需要反复进行多次的过程，需要在 CAD 装配图上多次改变元器件的位置进行试装配，直至达到设计标准要求并令设计者满意为止。

2. 接线方案对元器件布置图设计的影响

- (1) 拟定控制设备一次侧（或高压侧）和二次侧的基本接线形式。
- (2) 选择电源的引接方式。包括接入点、电压等级、供电方式等。
- (3) 确定走线方式：

确定走线方式是采用母线连接、线槽走线、线束走线、板前走线还是板后走线。不同走线方式对布置图设计的影响很大。例如，一次电路若必须采用母线连接，而母线粗且硬，且弯曲加工难度较大，因此一次电路控制电器的布置就必须考虑母线加工安装的可行性。

- (4) 对上述各部分方案进行综合整理，初步拟出若干种技术可行的接线方案，以不遗漏最优方案为原则。再结合控制设备的实际情况进行技术分析比较，从中选出 2~3 个较优方案。

- (5) 根据控制设备的具体情况，按照接线的基本要求，选定一个技术合理的接线方案，相应地在电气元件布置图上表示出接入点、出线回路数和出线电压等级等。

