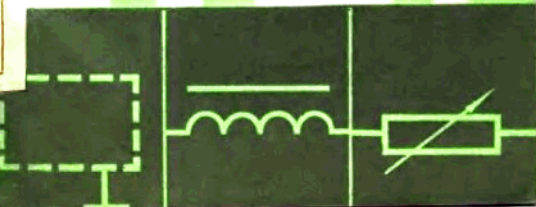


电力内线安装技术

DIANGONG
ZIXUECONGSHU

江苏科学技术出版社



出 版 说 明

随着我国电力、电机制造工业的迅速发展,电力设备不断更新,新技术不断涌现,电工队伍日益壮大,培训电工特别是提高青年工人技术知识水平的任务十分迫切。为给广大电工创造自学条件,我们组织编写了这套《电工自学》丛书。

本丛书计划陆续出版的有《电力内线安装技术》、《变配电检修问答》、《变配电设备检修手册》、《小型变配电简易设计与安装》、《节能电动机与电动机节能》和《低损耗变压器》等。

本丛书主要供具有初中以上文化程度的广大电力用户和电力系统内部电工自学,也可以作为电工培训的辅导教材。

在编写过程中,江苏省电力工业局及其所属有关供电局和发电厂,江苏省有关市、县电机工程学会等单位曾给予积极支持和帮助,谨此表示衷心谢意。

《电工自学》丛书编委会

1984.12

前 言

在工业和民用电力用户中,电力内线是十分重要的电气装置。随着工农业生产和电力工业的迅速发展,以及人民生活水平的日益提高,对电力内线的装置方式和施工技术不断提出新的要求。

正确、合理地选择电力内线的装置方式、采用新的施工方法和施工工艺,对提高电力内线的安装效率和施工质量,安全、可靠、经济合理地向各类用电设备供电,以及节约电能等方面都有重要意义。为了帮助电力内线的广大使用者,尤其是安装、维护人员更好地了解和熟悉各种内线装置的结构、性能和安装维护方面的知识,我们根据近年来国家新颁布的规程、规范对电力内线的要求,结合多年从事电力内线设计、施工的实践经验和体会,编写了本书,以满足这方面的需要。

本书大部分由顾仲圻同志编写,沈影渊同志编写了第六章前三节。全书由吴暄初同志担任主审,许萃群、刘时中同志审阅了本书。在本书编写过程中,得到南通市电机工程学会、南通职业大学和南通供电局,及有关同志的大力支持和帮助,周祖耀同志提供了有益的资料,刘仲光同志为绘制全书图稿付出了辛勤的劳动,对此一并表示感谢。

由于编者水平和能力所限,错误之处在所难免,恳请读者批评指正。

编者

一九八五年一月

目 录

第一章 电力内线工程概论

第一节 电力内线工程的作用和发展	1
第二节 内线工程的基本原则和主要环节	3
第三节 内线工程的施工图	8
第四节 内线工程的供电方案	16
第五节 导线型号和截面的选择	20
第六节 常用电工器材	28
第七节 内线装置方式的选择	34

第二章 接户和量电配电装置

第一节 负荷计算和电源选择	40
第二节 接户和进户装置	48
第三节 电能计量装置	60
第四节 总配电装置	69
第五节 双电源和自发电装置	81

第三章 建筑物内部线路装置

第一节 内部线路装置的一般要求	91
第二节 瓷夹板、瓷柱和瓷瓶配线	103
第三节 护套线和槽板配线	113
第四节 线管配线	119
第五节 钢索配线和粘接法配线	132
第六节 车间母线和其他配线方式	138

第七节	电话、广播和信号线路	149
第八节	现代高层建筑的内线装置	157
第四章	电缆线路装置	
第一节	电缆结构及其选用	162
第二节	电缆的敷设施工	168
第三节	油浸纸绝缘电缆终端头的制作	186
第四节	橡塑电缆终端头制作	201
第五章	照明装置的选择与安装	
第一节	电光源和照明灯具	210
第二节	照明装置的选择	226
第三节	照明装置的线路及安装	234
第四节	霓虹灯和彩灯装置	247
第五节	家用电器安装	255
第六章	电力装置的选择与安装	
第一节	低压电器的选择与安装	264
第二节	电动机的选择、控制和安装	276
第三节	工业常用电气设备及其安装	289
第四节	电力电容器和无功功率补偿	301
第五节	防雷和接地装置的安装	310
第七章	内线工程的施工技术和施工过程	
第一节	施工技术	327
第二节	电气安装和土建施工的配合	338
第三节	内线安装工程的施工过程	355
第四节	试验和验收	367
附录		
附录 I 电线电缆允许载流量		
表 I-1	500伏单芯橡皮、聚氯乙烯绝缘电线 长期允许载流量、截面规格	383
表 I-2	250~500伏聚氯乙烯绝缘软线和护套电线长期允许载流	

量	384
表 I-3 500伏橡皮绝缘电线穿管敷设长期允许载流量	385
表 I-4 500伏聚氯乙烯绝缘电线穿管敷设长期允许载流量	386
表 I-5 10千伏普通粘性浸渍纸绝缘电缆长期允许载流量	387
表 I-6 1千伏聚氯乙烯绝缘和护套铠装电缆(四芯)长期允许载流量	388
表 I-7 1千伏聚氯乙烯绝缘及护套铠装电缆(四芯)长期允许载流量	389

附录 I 熔丝额定电流表

表 II-1 铅熔丝额定电流表	390
表 II-2 铜熔丝额定电流表	391

附录 II 电动机、电焊机保护设备及导线选择表

表 III-1 J2、JO2 系列电动机起动、保护设备及导线选择	393
表 III-2 Y系列电动机起动、保护设备及导线选择	396
表 III-3 机床设备电源线的保护及导线选择	400
表 III-4 直流弧焊机保护设备及导线选择表	402
表 III-5 交流弧焊机保护设备及导线选择表	404

附录 IV 起重机供电开关、导线和滑触线选择表

附录 V 热继电器选择表

表 V-1 JR9、JR16 系列热继电器	408
表 V-2 JR15 系列热继电器	409

附录 VI 绝缘导线穿管配合表

表 VI-1 橡皮、塑料绝缘电线穿管用管径配合参考表	411
表 VI-2 穿线管道规格表	412

附录 VII 电压损失计算表

表 VII-1 各种用电设备的允许电压降参考值	414
表 VII-2 铝芯导线或裸铝绞线明设时, 380伏三相线路中每1安·千米的电压损失%(中心线间距离150毫米, $T=50^{\circ}\text{C}$)	416
表 VII-3 铜芯导线或裸铜绞线明设时, 380伏三相线路中每1安·千	

米的电压损失%(中心线间距离150毫米, $T = 50^{\circ}\text{C}$) 417

表Ⅶ-4 铝芯电缆或铝芯绝缘导线穿管时, 380伏三相线路中每1安·千米的电压损失%($T = 50^{\circ}\text{C}$) 418

表Ⅶ-5 铜芯电缆或铜芯绝缘导线穿管时, 380伏每1安·千米的电压损失%($T = 50^{\circ}\text{C}$) 419

表Ⅶ-6 380伏三相架空线路中, 每1千瓦·千米的电压损失% ... 420

附录Ⅶ 功率因数测算和补偿电容计算

表Ⅶ-1 比率 $\left(\frac{\text{无功电度}}{\text{有功电度}}\right)$ 与功率因数对照表 421

表Ⅶ-2 每千瓦有功功率所需补偿电容器的无功容量(千乏) ... 422

附录Ⅷ 常用电工图形与文字符号

表Ⅷ-1 电力及照明平面图图形符号 423

表Ⅷ-2 在工程平面图中标注的各种符号与代表名称 430

表Ⅷ-3 常用电工文字符号 434

表Ⅷ-4 电工系统图图形符号(电力部分) 436

附录Ⅹ 内线安装工程主要参考资料 444

第一章 电力内线工程概论

第一节 电力内线工程的作用和发展

一、电力内线工程的作用

电力内线(简称内线)工程包括:由电网接至用户的接户和进户线路装置、计量用户耗用电能的量电装置、控制和保护用电设备与电气线路的各类配电装置、建筑物内部线路装置、电缆线路装置、照明装置、电力装置和防雷与接地装置等的施工安装(图1-1)。内线工程是整个电力建设工程的重要组成部分

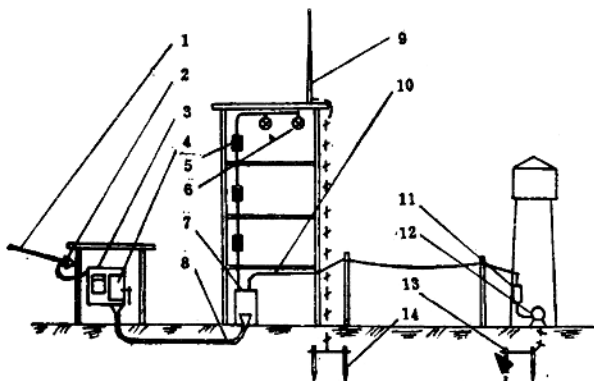


图 1-1 内线安装工程示意图

1—接户装置; 2—进户装置; 3—量电装置; 4—总配电装置; 5—照明配电装置; 6—照明装置; 7—车间配电装置; 8—电缆线路装置; 9—防雷装置; 10—内部线路装置; 11—动力控制装置; 12—动力设备装置; 13—接地装置; 14—防雷接地装置

部分,在发电、供电和用电三个主要环节中都占有十分重要的地位。

二、内线工程的发展

电力工业的特点是发电、供电和用电必须同时进行,电厂任一时刻生产的电能恰好等于电力网和用户用电设备耗用的电能之和。正由于这一特点,使得发电、供电和用电设备三方面的发展相互紧密地联系在一起。

由于现代科学技术的发展和电网容量的不断增长,用电设备进一步向更大容量和更先进技术的方向发展,这就使得内线安装工程面临许多新的课题,内线安装已不再是“装灯接线”的简单施工过程,其施工项目和施工技术已经发生了极大变化。一座现代化的高层建筑,其内部构成复杂的供电网络,如大型空调机组、电子计算机控制的自动电梯群、闭路电视系统、自动报警和消防系统、内部通讯系统等,每一个项目都需要许多专业施工技术;至于新颖的用电设备,如自动门、自动调光装置和各种新型家用电器等,在施工中更是随时都会遇到。在现代化的大型工厂中,面临许多新型工业电气设备的安装,它们的共同特点是电子技术、计算机技术、自动控制技术和电气装置结合在一起,因此,从事内线工程安装、运行和维修的电气工人需要具备更为广博的知识和技术。

内线安装中的施工技术也在不断推陈出新,许多效率高,安装质量好的施工方法相继获得应用,如各种新型粘接工艺和射钉紧固技术,使电气装置在混凝土结构上的固定方法得到改进;环氧树脂冷浇铸剂的应用使电缆头的施工方法大为改观。

三、学习内线工程施工技术的意义和要求

由于内线装置几乎涉及各行各业电工的工作范围,因此

内线工程的基本知识是各类专业电工都应该了解的,当然更是专门从事内线装置安装和维修工作的电工所必须学习、掌握的。

学习内线工程的专业知识,必须学好电工基础理论知识,学好各种装置的施工方法和质量标准、运行和操作规程、安全规程以及必要的计算方法。另一方面,还必须十分重视实践经验,也就是一方面从理论上学习如何安装接线,另一方面在实践中掌握电气设备和线路的安装过程,以及怎样检查、调试和运行,把理论和实践结合起来。

本书所介绍的一些内线装置的原理和施工方法只是现阶段内线安装知识的主要部分。学习内线安装技术,既要掌握多年来已经相当成熟的施工技术,又要学好本书介绍的新的项目和施工方法,还要关心今后不断出现的新技术,在自己的工作实践中进一步学习和提高。

第二节 内线工程的基本原则和主要环节

一、内线工程遵循的基本原则

1. 安全可靠 内线安装时一定要采用能确保安全的施工方案,按照国家制定的规程选择材料和设备。内线工程的可靠性主要是指能保证内线装置安全和连续地供电运行,对供电连续性的要求则取决于用户性质、产品类型和生产流程。施工中的各道工序,如导线的连接、接地线的安装、电气设备的固定等,都必须严格按照要求施工,决不能马虎,避免造成隐患,给以后的运行留下祸根。

2. 保证供用电质量 《全国供用电规则》规定供电部门供给用户的电压和周率与额定值的偏差不得超过国家统一规

定的范围(表1-1):

表 1-1

供电周率、供电电压允许范围

项	目	允 许 范 围
周 率	电网容量在 300 万千瓦及以上	59 ± 0.2 周/秒
	电网容量在 300 万千瓦以下	50 ± 0.5 周/秒
电 压	35 千伏及以上供电, 和对电压质量有特殊要求的用户	额定电压 $\pm 5\%$
	10 千伏及以下高压供电, 和低压电力用户	额定电压 $\pm 7\%$
	低压照明用户	额定电压 $+5\%$ -10%

除周率应由电网中的发电厂来保证外, 内线工程还必须保证用电设备的电压, 因此, 内线工程中要选用合理的导线截面, 每条线路应在允许通过的电流载流量和电压降的范围内, 装接适当容量的用电设备, 以保证各类用电设备所承受的实际电压不超出允许范围。

3. 操作简单、维护方便 内线工程中要使所安装的电气装置操作简单、维护方便。在满足运行和保护要求的前提下, 尽可能采用简单的方案, 例如, 可以就地操作的电气装置就不必采用复杂的遥控操作方案; 测量仪表、继电保护装置不宜多处重复装设, 因为这样做不但无益, 反而容易出现故障。在线路敷设和电气设备安装中要考虑运行和维护的方便, 并要留有发展的余地。

4. 经济合理、美观大方 在保证供用电质量、安全可靠及有发展可能的前提下, 要充分考虑内线工程方案的经济性。另外, 内线安装的美观大方也十分重要。在人们经常出入的

场所,如会场、宾馆、旅游胜地和影剧院等建筑中,尤其要注意配线和电气设备安装的美观大方;在工厂车间中,也应考虑文明生产的要求,更多地采用暗配线,舒适美观的生产环境有利于提高生产效率和产品质量。

二、内线工程施工的主要环节

学习和掌握内线工程的施工安装技术,应抓住以下主要环节:

1. 学习有关的电气技术规程 国家为了统一各项电力建设工程的设计、施工和运行的技术要求,制订了一系列法规、规程和规范,这是全国各项电力建设工程都必须严格执行的。

与内线工程相关的主要规程有:

(1)《电气装置安装工程施工及验收规范》(国家标准GBJ 232—82) 本规范由国家建委组织有关单位,全面修订了国家建委1956年批准的《建筑安装工程施工及验收暂行技术规范》第十三篇电气安装工程及1963年水利电力部批准的《电力建设施工及验收暂行技术规范》电气装置篇,总结了我国三十年来电气装置安装技术的主要经验,反复修改审定后,于1982年作为国家标准正式颁布的。它是各项电气安装工程,当然也是内线安装工程必须遵照执行的主要规程。

(2)《全国供用电规则》 水电部于1983年修订后颁布执行。规则中明确规定用户的供电方式、设计、安装、试验、接电、安全供用电和电能计量等原则,是内线工程的指导性文件。

(3)设计技术规程 机械工业部1980年制订的《工厂电力设计技术规程(JBJ6—80)》,和水电部1979年修订的编号为SDJ1~9的一套设计技术规程,水利电力部、机械工业部会同有关单位共同编制的《工业与民用供电系统设计规范》等十四

本设计规范,已经批准为国家标准,自一九八四年六月一日起试行(详见附录X),可作为内线工程设计和计算的主要依据。

(4)安全规程 各类安全规程是保障人民生命安全和国家财产安全的法令性依据,和内线工程关系密切的有水电部1982年制订的《电力建设安全规程》电气和热控篇(SDJ63—82)等多种安全规程(详见附录X)。

(5)各省、市电力局制订的技术规程 各省、市、自治区电力局一般都参照国家相应的技术规程,结合本省施工和设计的特点,制订有相应的电气装置规程。

(6)其他专业技术规程 在一些特殊的环境中进行内线安装,还必须执行相应的专业技术规程,例如,在有爆炸危险或有火灾危险的场所安装电气设备和配线时,就必须遵循国家有关防爆、防火的专业规范。

2. 施工图纸的学习 内线工程施工图纸是施工安装的主要依据,因此学习施工图纸基本知识,掌握读图的方法和技巧,是学好内线安装技术的重要一环。

每一个具体的工程项目都有相应的施工图纸。为了统一施工方法,国家还编制有许多电气装置的标准图集,作为设计和施工部门选用的依据,其中最为典型的是国家建委建筑科学研究院审定的《全国通用电气装置标准图集》,其中包括内线工程中常见的配线和电气设备安装等几十个分册(详见附录X)。

3. 内线工程施工中的主要环节 内线工程各项电气装置的具体做法通过学习和实践,是能较快掌握的,更为重要的是要掌握以下的一些主要环节:

(1)内线安装与土建施工的配合 随着建筑工业的发展,房屋结构中越来越多地采用钢筋混凝土浇制和预制件,建筑

工业的工厂化生产程度和建筑物内部装饰要求越来越高。因此,在土建施工阶段,必须做好内线安装的配合工作,埋入大量暗敷管道和电气设备基础、挂、吊受力的预埋件;在建筑物内部最后装修工序前安装好大部分电气装置,要把配合工作做得十分完美是要下一番功夫的。

(2)施工准备工作 学会核对施工图纸、核对电气材料、检查土建施工中的电工配合工作是否完整合理,一旦发现问题,应提出补救措施或更改方案。根据工程工作量的大小和技术要求的高低,合理安排施工力量;科学地安排各分项工程的施工次序。

(3)工程施工记录和工程更改 内线工程施工中,应扼要记录每日完成的工程项目和工作量;施工中遇到的问题和采取的措施;参加工作的人员和负责人等。这些施工资料的积累对提高施工质量、加强施工管理和日后进行工程分析都是十分必要的。

施工过程中经常会出现用户工艺要求变更、材料供应短缺或发现原设计方案不尽合理等,这时必须更改设计和施工方案。需要注意的是每项更改必须征得设计部门的同意,并由设计部门出具更改图纸,施工人员作好更改记录。

4. 内线工程的试验和验收 试验和验收是内线工程十分重要的一环。学习试验和验收的基本知识能进一步提高内线安装的质量和电气工人的技术水平。

试验和验收工作按照国家标准《电气装置安装工程 施工及验收规范》GBJ232—82的要求进行,每项试验都要按一定格式认真做好记录,不合格的部分一定要查清原因,消除隐患,进行返修,直至合格为止。

在全部工程施工结束,并进行分部试运转试验合格后,对

整个工程项目进行验收和移交。施工部门将完整的施工技术资料(竣工报告和图纸、更改资料、试验报告等)交付使用部门,至此,一项内线工程才告结束。

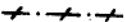
第三节 内线工程的施工图

内线工程施工图是内线安装的主要依据,它是设计部门根据国家颁布的电气技术规程和设计标准,应用统一的图形符号,按规定的设计方法绘制而成的。

一、内线工程施工图的基本知识

1. 比例 施工图上所画图形的尺寸与实物尺寸的比值,称为比例。例如,比例1:100,4米宽的房间,在图上则画成0.04米,即40毫米,如果图形尺寸比实物大,可以用放大比例,例如放大5倍,则比例为5:1。安装或计算工料时,可以用比例尺在施工图上量取,但所用比例尺的比例必须与图形比例一致。内线工程施工图常用比例有1:50, 1:100, 1:200, 1:500等,需要详细画明的大样图常用比例为1:10, 1:5, 1:2, 1:1等。

2. 线型 施工图中按统一规定用不同的线型表示不同的电气线路(详见附录Ⅱ),例如:

	导线或电缆;
	接地或接零线

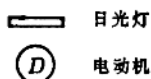
在图中需要表示建筑物的相对位置时:

	建筑物轮廓(粗实线);
	物体尺寸线、分界线、剖面线(细实线);
	物体看不见部分(虚线);
	物体中心线(点划线)

这些线条和电气线路相互不连接,一般是容易区分的。

3. 标高 施工图中用标高 $\frac{\pm 0.00}{\nabla}$ 这一图形符号表示电气设备安装高度和线路敷设高度。一般以土建的室内地坪作为标高的零点,单位用米表示,“+”、“-”号分别表示高于和低于零点。

4. 符号 施工图中,电气设备和元件用不同的图形和文字符号代表。例如:



常用的图形和文字符号详见附录Ⅷ。

文字符号用汉语拼音的第一个大写字母组合表示,其组合方式有两种,电力内线工程中主要用第一种组合格式(图1-2)。第二种组合格式主要用于测量仪表和电信工程的标注(图1-3)。

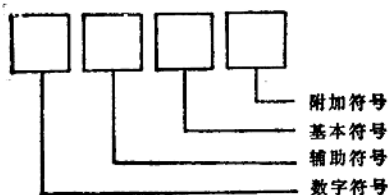


图 1-2 文字符号第一种组合格式图

基本符号 标明电气设备及线路的名称,如“D”表示电动机,“RD”表示熔断器等。

辅助符号 标明电气设备和线路的作用和主要特征,如“F”表示反转,“G”表示隔离等。

数字符号 区分同类设备、线路的顺序,如“2D”表示

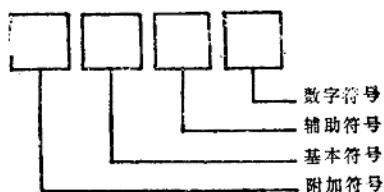


图 1-3 文字符号第二种组合格式图

第二台电动机，“3B”为第三台变压器。

附加符号 用以区分同一元件上的不同部位，如“LK₄”表示主令控制器的第四个触点。

两种文字符号的组合格式示例见表1-2，表1-3。

表 1-2 文字符号第一组合格式示例表

设 备 名 称	数 字		辅 助		基 本		附 加		组合后的 文字符号
	名称	序号	名称	符号	名称	符号	名称	符号	
1号备用发电机	1号	1	备用	BY	发电机	F			1BYF
3号照明变压器	3号	3	照明	ZM	变压器	B			3ZMB
正转接触器中第二个触点			正转	Z	接触器	C	第2个	2	ZC ₂
主令控制器中第四个触点			主令	L	控制器	K	第四个触点	4	LK ₄

注：本表摘自 GB315—64。

5. 回路标号 为区分电路的不同线段而标注的文字和数字符号，称为回路标号。

在主电路(又称为一次回路)中，直流回路正、负极分别用“1”、“2”表示，和正、负极通过开关接点、熔断器、端子排连接的线路分别用奇数和偶数表示；交流回路用A、B、C或个位