



“十二五”职业教育国家规划教材
经全国职业教育教材审定委员会审定

电线电缆制造 设备电气控制 原理及应用

◆ 戚新波 主编

◆ 田 丰 仝战营 陈光高 副主编



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>



“十二五”职业教育国家规划教材
经全国职业教育教材审定委员会审定

电线电缆制造 设备电气控制 原理及应用

❖ 戚新波 主编

❖ 田 丰 全战营 陈光高 副主编

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书是“十二五”职业教育国家规划教材,其内容是根据当前电线电缆设备电气控制的实际和未来发展安排的,既有传统的继电器/接触器控制线路,又有 PLC 和变频器电气控制,并对电线电缆设备电气控制线路进行了简要介绍,内容翔实、丰富,理论与实际紧密结合,案例多、内容新,体现了当前新技术的应用,符合应用型人才培养的需要。

本书可作为机械制造及自动化、机电一体化、数控技术、工业自动化等专业的教材,也可供电线电缆制造行业的工程技术人员参考使用。

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

电线电缆制造设备电气控制原理及应用 / 戚新波主编. —北京:电子工业出版社, 2014.1
ISBN 978-7-121-22345-7

I. ①电… II. ①戚… III. ①电线—生产设备—电气控制—高等职业教育—教材 ②电缆—生产设备—电气控制—高等职业教育—教材 IV. ①TM246

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 006203 号

责任编辑:张剑(zhang@phei.com.cn)

印 刷:三河市鑫金马印装有限公司

装 订:三河市鑫金马印装有限公司

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:787×1 092 1/16 印张:14.25 字数:365 千字

版 次:2014年1月第1版

印 次:2014年8月第2次印刷

印 数:3 000册 定 价:38.00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 zlts@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

电线电缆行业涉及电力、建筑、通信、制造等行业，与国民经济的各个部门都密切相关。电线电缆被称为国民经济的“动脉”与“神经”，是输送电能，传递信息，制造各种电机、仪器、仪表，实现电磁能量转换所不可缺少的基础性器材，是未来电气化、信息化设备的必要基础产品。

目前，我国电线电缆总产值已超过美国，成为世界上第一大电线电缆生产国。伴随着中国电线电缆行业的高速发展，行业整体技术装备水平也将得到大幅提高，这就亟需一大批相关设备维护人员。

本书是以电线电缆生产过程为依据，结合岗位需求、具体设备及其常见故障，将理论和实际结合起来进行讲授的，可使学生在做中学、学中做、教学做合一；通过学习，可使学生具有使用、维护电线电缆制造设备电气控制系统的能力。

本书共分 8 个学习情境，主要内容包括电线电缆基础、常用电气控制原理及应用、电线电缆拉丝机设备及其电气控制系统维修、电线电缆绞线机设备及其电气控制系统维修、电线电缆挤出机设备及其电气控制系统维修、电线电缆成缆机及其电气控制系统维修、电线电缆制造辅助设备、电线电缆产品质量检验与测试。

本书由河南机电高等专科学校戚新波教授任主编，参加本书编写的有河南机电高等专科学校的田丰、仝战营、张超、赵斌、倪艳荣、赵筱赫、郭贝贝和张锐等；参加本书编写的企业人员有陈光高（教授级高级工程师，郑州电缆集团股份有限公司）、王建军（教授级高级工程师，广东威力电力器材有限公司）、温胜军（高级工程师，新疆特变电工股份有限公司）。

本书在编写过程中得到了远东电缆有限公司、亨通集团有限公司、郑州电缆集团股份有限公司、河南阳光实业集团、江苏富川机电有限公司、上海起帆电缆厂的大力支持和帮助，书中部分内容参考借鉴了上海鸿得利公司、安徽长江精工电工机械制造有限公司、东莞精铁机械有限公司、上海长航电缆有限公司和江苏富川机电有限公司等的产品资料，还有部分资料来自网络，对提供以上资料的单位和个人表示感谢。另外，特别感谢河南阳光实业集团吴清振先生、江苏富川机电有限公司的叶小平先生和上海起帆电缆厂高俊威先生对编者的大力支持，在此一并表示感谢。

限于编者水平，加之时间仓促，书中难免有疏漏与不足，敬请读者批评指正。

编 者

目 录

学习情境 1 电线电缆基础	1
任务 1 电线电缆认知	3
1.1.1 行业概况	3
1.1.2 电线电缆基础知识	4
任务 2 熟悉电线电缆的制造工艺	6
1.2.1 电线电缆产品制造的工艺特性	6
1.2.2 电线电缆的主要生产工艺	7
1.2.3 塑料电线电缆制造的基本工艺流程	8
任务 3 了解电线电缆机械设备	9
任务 4 掌握电线电缆专用设备型号编制方法	10
1.4.1 设备型号组成	10
1.4.2 设备型号表示方法及示例	16
任务 5 认识电线电缆机械设备的主要技术经济指标	18
学习情境 2 常用电气控制原理及应用	21
任务 1 了解继电器-接触器控制系统的基本原理	23
任务 2 掌握直流电动机调速控制基本方法	23
2.2.1 直流电动机基础	24
2.2.2 直流电动机控制	25
2.2.3 直流电动机调速技术及其发展	26
任务 3 学习交流电动机调速控制原理	27
2.3.1 常用的交流调速方案及其性能比较	27
2.3.2 交流调速系统的发展趋势	29
任务 4 PLC 原理及应用的认知	31
2.4.1 概述	31
2.4.2 PLC 组成	33
2.4.3 PLC 工作原理	34
2.4.4 PLC 特点	43
2.4.5 PLC 系统与继电器-接触器系统的比较	43
任务 5 学习变频器调速原理	46
2.5.1 变频调速技术简介	46
2.5.2 西门子 MM440 变频器的操作与控制	47
2.5.3 其他常用变频器	52
2.5.4 变频器的发展现状和趋势	56

学习情境 3 电线电缆拉丝机设备及其电气控制系统维修	59
任务 1 拉丝机设备及其工艺基础的认知	61
3.1.1 拉丝机的类型和特点	62
3.1.2 拉丝机的组成及技术参数	64
任务 2 了解 LHD 铜大拉丝机的结构及原理	68
3.2.1 设备组成	68
3.2.2 结构特点	69
3.2.3 技术参数	69
3.2.4 设备电气控制原理	69
任务 3 掌握小拉丝机(24D 立式拉丝机)的工作原理	73
3.3.1 主要参数	74
3.3.2 电气控制原理	74
任务 4 认知连续退火设备	76
3.4.1 设备组成	76
3.4.2 结构特点	76
3.4.3 生产工艺说明	77
3.4.4 设备控制电路原理	77
学习情境 4 电线电缆绞线机设备及其电气控制系统维修	93
任务 1 掌握绞线机基础知识	95
4.1.1 导线的绞制及其工艺	95
4.1.2 绞线机类型	96
任务 2 学习 JIK-6+12+18+24/500(630)框式绞线机工作原理	105
4.2.1 设备组成	105
4.2.2 结构特点	107
4.2.3 技术参数	107
4.2.4 设备操作基础	108
4.2.5 设备控制电路检修原理	109
任务 3 了解 FC-800B 型自动高速束丝机系统工作原理	116
4.3.1 主要性能参数	116
4.3.2 电气控制原理图	116
学习情境 5 电线电缆挤出机设备及其电气控制系统维修	127
任务 1 掌握塑料的包覆工艺与设备概况	129
任务 2 了解塑料挤出机组的基本结构	136
5.2.1 设备组成	138
5.2.2 设备控制电路原理	138
5.2.3 其他辅助装置	141
5.2.4 挤出机常见故障处理	143
任务 3 学习橡胶挤出机的结构及工作原理	143
5.3.1 概述	143

5.3.2 结构特点	144
5.3.3 技术参数	144
5.3.4 设备操作基础	145
5.3.5 电气控制原理	145
5.3.6 日常维护与检修	151
学习情境 6 电线电缆成缆机设备及其电气控制系统维修	161
任务 1 了解成缆机分类及作用	163
6.1.1 笼式成缆机	163
6.1.2 盘式成缆机	165
任务 2 熟悉摇篮式成缆机	166
6.2.1 设备组成	166
6.2.2 结构特点	167
6.2.3 技术参数	167
6.2.4 各部件结构说明	167
6.2.5 操作基础	170
任务 3 了解盘绞式成缆机结构组成	170
6.3.1 设备组成	170
6.3.2 结构特点	171
6.3.3 技术参数	171
学习情境 7 电线电缆制造辅助设备	181
任务 1 了解放线设备结构及原理	183
7.1.1 结构特点	183
7.1.2 技术参数	184
7.1.3 电气控制原理	184
任务 2 学习收线设备基本工作原理	188
7.2.1 概述	188
7.2.2 电气原理	188
学习情境 8 电线电缆产品质量检验与测试	200
任务 1 了解电线电缆质量检验基本知识	202
任务 2 学习电线电缆测试方法	202
任务 3 认知电线电缆测试仪器与设备	204
附录 A	210
A.1 常用电缆型号及命名方法	210
A.1.1 电缆型号命名原则	210
A.1.2 电缆型号案例解析	211
A.1.3 电线电缆规格型号的含义	211
A.2 电线电缆主要生产设备、型号及厂家	212
A.3 主要电线电缆产品的生产设备和检测设备	215

学习情境1 电线电缆基础

本学习情境任务单

学习领域	电线电缆基本知识		
学习情境	电线电缆基础	学时	10
布置任务			
学习目标	☺ 了解和认识电线电缆行业现状及发展。 ☺ 掌握电线电缆基础知识。 ☺ 理解电线电缆生产工艺及其检测设备。 ☺ 了解电线电缆的生产厂家。		
任务描述	☺ 初步了解电线电缆行业的发展背景和现状。 ☺ 掌握电线电缆的基础知识，为后续的学习打下基础。 ☺ 了解电线电缆行业标准。 ☺ 熟悉常用的电线电缆检测设备。 ☺ 熟悉电线电缆厂家及其产品。		

学时安排	资讯 1 学时	计划 1 学时	决策 1 学时	实施 5 学时	检查 1 学时	评价 1 学时
提供资料	☺ 河南阳光电缆集团 ☺ 上海起帆电缆公司 ☺ 江苏富川机电公司 ☺ 远东电缆集团公司 ☺ 王春江. 电线电缆手册. 北京: 机械工业出版社, 2008 ☺ 李秀中. 电线电缆常用数据速查手册. 北京: 中国电力出版社, 2010 ☺ 郭红霞. 电线电缆材料——结构·性能·应用. 北京: 机械工业出版社, 2012 ☺ 苑鸿兴. 简明电线电缆应用手册. 天津: 天津大学出版社, 2008					
对学生的要求	☺ 严格遵守课堂纪律和工作纪律, 不迟到, 不早退, 不旷课。 ☺ 上课时必须穿工作服, 女生应戴工作帽, 不许穿拖鞋上课。 ☺ 本情境工作任务完成后, 需提交学习体会报告, 要求另附。					

任务 1 电线电缆认知

1.1.1 行业概况

电线电缆行业在国民经济中是一个配套行业，但占据着中国电工行业 1/4 的产值。电线电缆产品种类繁多，应用范围十分广泛，涉及电力、建筑、通信、制造等行业，与国民经济的各个部门都密切相关。电线电缆还被称为国民经济的“动脉”与“神经”，是输送电能、传递信息和制造各种电机、仪器、仪表，实现电磁能量转换所不可缺少的基础性器材，是未来电气化、信息化社会中必要的基础产品。图 1-1 所示的是电线电缆工厂实景。



图 1-1 电线电缆工厂实景

电线电缆行业是中国仅次于汽车行业的第二大制造行业，产品品种满足率和国内市场占有率均超过 90%。在世界范围内，中国电线电缆总产值已超过美国，成为世界上第一大电线电缆生产国。伴随着中国电线电缆行业的高速发展，国内新增企业数量不断上升，行业整体技术水平得到大幅提高。

2012 年，中国电线电缆制造行业实现累计工业总产值约 5864 亿元，比上一年度增长了 30.26%；实现累计产品销售收入约 5429 亿元，比上一年度增长了 31.34%；实现累计利润总额约 267 亿元，比上一年度增长了 30.17%。

近年来，中国为改善经济结构，拉动内需，投入大量资金用于城乡电网建设与改造。全国电线电缆行业又有了良好的市场机遇，各地电线电缆企业抓住机遇，迎接新一轮城乡电网建设与改造。

中国经济的持续快速增长，为电线电缆产品提供了巨大的市场空间。随着中国电力工业、数据通信业、城市轨道交通业、汽车业及造船业等规模的不断扩大，对电线电缆的需求也将迅速增长，未来电线电缆业仍有巨大的发展潜力。图 1-2 所示的是电线电缆的生产制造现场。图 1-3 所示的是电线电缆行业研讨会现场。

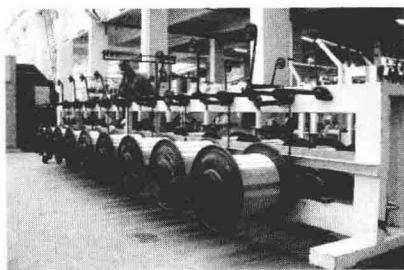


图 1-2 电线电缆的生产制造现场



图 1-3 电线电缆行业研讨会现场

1.1.2 电线电缆基础知识

1. 基本概念

【电线】用于传导电能的载体。

【电线电缆】是指用于电力、通信及相关传输用途的材料。

【电线与电缆的区分】

☺ 电线：耐压 450V/750V 、单根铜芯或单股多丝，常见的型号有 BV、BVVB、BLV、BLVVB、RV、RVS、RVV、RVVB、AVR、AVVR 等。

☺ 电缆：耐压在 450V/750V、600V/1kV、6kV/6kV、8.5kV/15kV、15kV 以上的都称为电缆。它以多根绝缘导线成缆而成，故称“电缆”。

图 1-4 所示为电线，图 1-5 所示为电缆。电线电缆主要包括裸线、电磁线及电机、电器用绝缘电线、电力电缆、通信电缆与光缆。

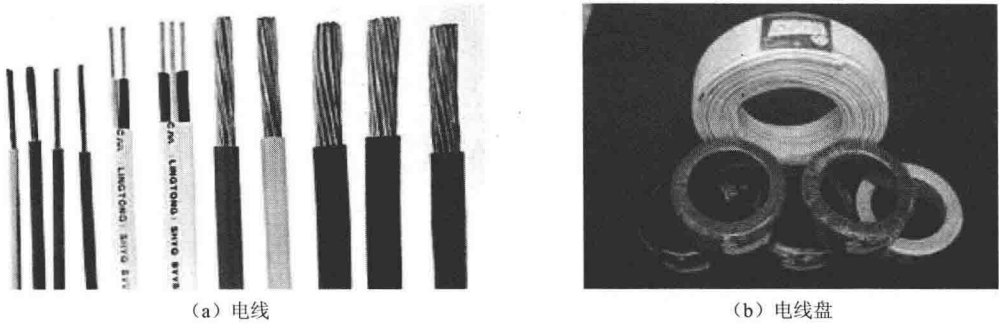


图 1-4 电线



图 1-5 电缆

2. 应用

电线电缆的应用主要分为如下三大类。

【在电力系统中的应用】 电力系统采用的电线电缆产品主要有架空裸电线、汇流排（母线）、电力电缆（塑料线缆、油纸力缆（基本被塑料电力电缆代替）、橡套线缆、架空绝缘电缆）、分支电缆（取代部分母线）、电磁线，以及电力设备用电气装备电线电缆等。图 1-6

所示为远东 220kV 大截面交联电缆线路。图 1-7 所示为电力传输线。

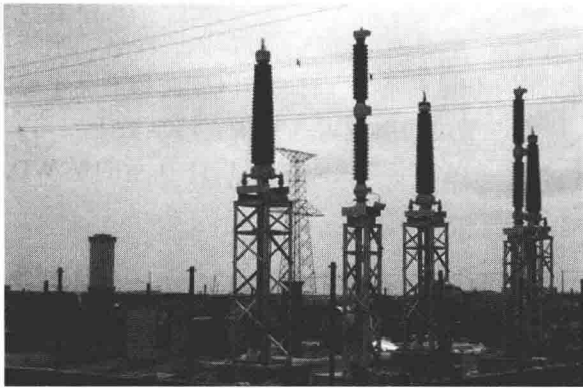


图 1-6 远东 220kV 大截面交联电缆线路

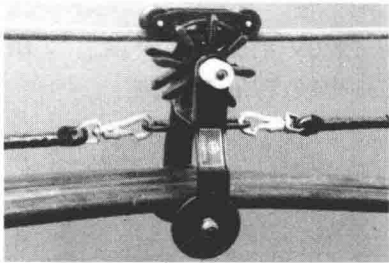


图 1-7 电力传输线

【在信息传输系统中的应用】 用于信息传输系统的电线电缆主要有市话电缆、电视电缆、电子线缆、射频电缆、光纤缆、数据电缆、电磁线、电力通信或其他复合电缆等。图 1-8 所示为信息传输系统用线缆。

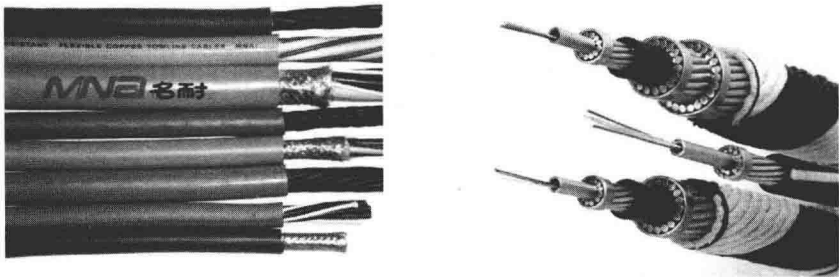


图 1-8 信息传输系统用线缆

【在机械设备、仪器仪表系统中的应用】 此部分除架空裸电线外，几乎其他所有产品均有应用，但主要是电力电缆、电磁线、数据电缆、仪器仪表线缆等。

3. 产品基本类别

电线电缆产品主要分为以下三大类。

【裸电线及裸导体制品】 本类产品的主要特征是纯的金属导体，无绝缘及护套层，如钢芯铝绞线、铜铝汇流排、电力机车线等。加工工艺主要是压力加工，如熔炼、压延、拉制、绞合/紧压绞合等。该产品主要用于城郊、农村、用户主线、开关柜等。图 1-9 所示的是裸导线。

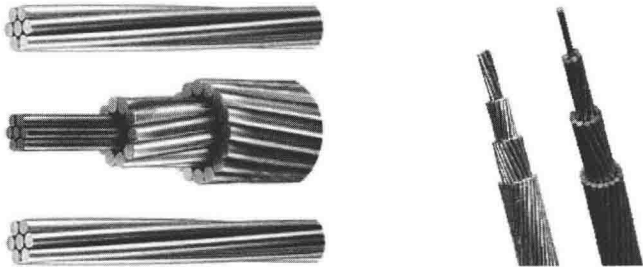


图 1-9 裸导线

【**电力电缆**】 本类产品主要特征是在导体外挤（绕）包绝缘层（如架空绝缘电缆），或者多芯绞合（对应电力系统的相线、零线和地线，如 2 芯以上架空绝缘电缆），或者再增加护套层（如塑料绝缘电力电缆及橡胶套绝缘电缆）。主要的工艺技术有拉制、绞合、绝缘挤出（绕包）、成缆、铠装、护层挤出等，各种产品的不同工序组合有一定区别。该产品主要用于发、配、输、变、供电线路中的强电电能传输，通过的电流大（数十安培至数千安培）、电压高（220V 至 500kV 及以上）。图 1-10 所示的是电力电缆截面。图 1-11 所示的是 WDN-YJY23 电缆产品结构说明。

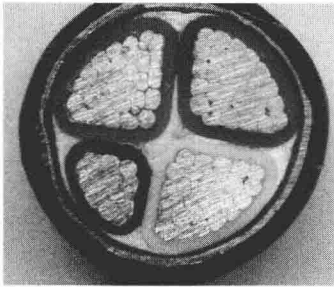


图 1-10 电力电缆截面

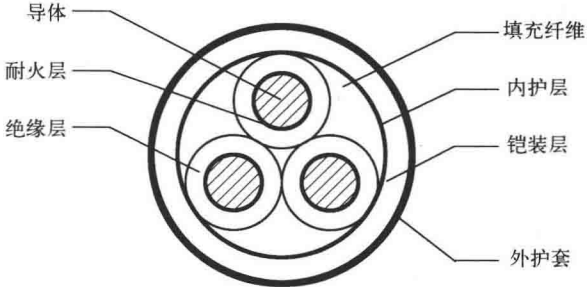


图 1-11 WDN-YJY23 电缆产品结构说明

【**电气装备用电线电缆**】 该类产品主要特征是品种规格繁多，应用范围广泛，使用电压在 1kV 及以下较多，面对特殊场合不断衍生新的产品，如耐火线缆、阻燃线缆、低烟无卤/低烟低卤线缆、防白蚁/防老鼠线缆、耐油/耐寒/耐温/耐磨线缆、医用/农用/矿用线缆、薄壁电线等。

任务 2 熟悉电线电缆的制造工艺

电线电缆的制造与大多数机电产品的生产方式是完全不同的。机电产品通常采用将零件装配成部件，多个部件再装配成单台产品，产品以台数或件数计量。电线电缆是以长度为基本计量单位。所有电线电缆都是从导体加工开始，在导体的外围逐层地加上绝缘、屏蔽、成缆、护层等而制成电线电缆产品。产品结构越复杂，叠加的层次就越多。

1.2.1 电线电缆产品制造的工艺特性

1. 大长度连续叠加组合生产方式

大长度连续叠加组合生产方式对电线电缆生产的影响是全局性和控制性的，这涉及以下 3 个方面。

【**生产工艺流程和设备布置**】 生产车间的各种设备必须按产品要求的工艺流程合理排放，使各阶段的半成品顺次流转。设备配置要考虑生产效率的不同而进行生产能力的平衡，有的设备需要配置两台或多台，才能使生产线的生产能力得以平衡。设备的合理选配和生产场地的布置必须根据产品和生产量来平衡综合考虑。

【**生产组织管理**】 生产组织管理必须科学合理、周密准确、严格细致，操作者必须一丝不苟地按工艺要求进行操作，任何一个环节出现问题都会影响工艺流程的通畅，影响产品的

质量和交货。特别是多芯电缆，如果某个线对或基本单元长度不足，或者质量出现问题，则整根电缆就会长度不够，造成报废；反之，如果某个单元长度过长，则会造成浪费。

【质量管理】 电线电缆的生产是一个系统化的工程，要遵循严格的质量管理标准，必须既遵循工厂车间的“6S”标准（整理、整顿、清扫、清洁、素养、安全），还要严格遵循电线电缆行业的国家标准，二者缺一不可。大长度连续叠加组合的生产方式，使生产过程中任何一个环节发生问题就会影响整根电缆的质量。如果质量缺陷发生在内层，而且没有及时发现而终止生产，那么造成的损失就越大，因为电线电缆的生产不同于组装式的产品，无法拆开重装及更换零件。电线电缆的任一部件或工艺过程的质量问题，对这根电缆几乎是无法挽回和弥补的。事后的处理都是十分消极的，不是锯短就是降级处理，要么报废整条电缆，它无法拆开重装。

电线电缆的质量管理，必须贯穿整个生产过程。质检人员要对整个生产过程巡回检查，操作人自检，上下工序互检是保证产品质量，提高企业经济效益的重要保证和手段。

2. 生产工艺门类多，物料流量大

电线电缆制造涉及的工艺门类广泛，从有色金属的熔炼和压力加工，塑料、橡胶、油漆等化工技术，纤维材料的绕包、编织等的纺织技术，到金属材料的绕包及金属带材的纵包，焊接的金属成型加工工艺等。

电线电缆制造所用的各种材料，不仅类别、品种、规格多，而且数量大。因此，各种材料的用量、备用量、批料周期与批量必须核定。同时，对废品的分解处理、回收、重复利用及废料处理必须作为管理的一个重要内容，要做好材料定额管理，重视节约工作。

在电线电缆生产过程中，从原材料及各种辅助材料的进出、存储，各工序半成品的流转到产品的存放、出厂，物料流量大，必须合理布局，动态管理。

3. 专用设备多

电线电缆制造使用具有本行业工艺特点的专用生产设备，以适应线缆产品的结构和性能的要求，满足大长度连续并尽可能高速生产的要求，从而形成了线缆制造的专用设备系列，如挤出机系列、拉丝机系列、绞线机系列、绕包机系列等。

电线电缆的制造工艺和专用设备的发展密切相关，互相促进。新的工艺要求促进了新专用设备的产生和发展；反过来，新的专用设备的开发，又促进了新工艺的推广和应用。如拉丝、退火、挤出串联线，物理发泡生产线等专用设备促进了电线电缆制造工艺的发展，提高了电缆的产品质量和生产效率。

1.2.2 电线电缆的主要生产工艺

电线电缆主要是通过拉制、绞制、包覆 3 种工艺来制作完成的。型号规格越复杂，工艺重复性越高。

【拉制】 在金属压力加工中，在外力作用下使金属强行通过模具（压轮），金属横截面积被压缩，并获得所要求的横截面积形状和尺寸的技术加工方法称为金属拉制。拉制工艺分为单丝拉制和绞制拉制。

【绞制】 为了提高电线电缆的柔软度、整体度，让两根以上的单线按规定的方向交织在一起，称为绞制。绞制工艺分为导体绞制、成缆、编织、钢丝装铠和缠绕。

【包覆】 根据对电线电缆不同的性能要求，采用专用的设备在导体的外面包覆不同的材

料。包覆工艺分为以下4种。

- ☺ 挤包：针对橡胶、塑料、铅、铝等材料。
- ☺ 纵包：针对橡皮、皱纹铝带材料。
- ☺ 绕包：针对带状的纸带、云母带、无碱玻璃纤维带、无纺布、塑料带等，线状的棉纱、丝等纤维材料。
- ☺ 浸涂：针对绝缘漆、沥青等。

1.2.3 塑料电线电缆制造的基本工艺流程

由于使用特性、敷设场合、工作条件的要求不同，电线电缆产品的结构组成也是多种多样的。电线电缆的基本结构一般是由导电线芯、绝缘层、保护层3部分组成。为了完成这三部分的组合，一般塑料电线电缆的制造流程如下所述。

1. 铜、铝单丝拉制

电线电缆常用的铜、铝杆材，在常温下，利用拉丝机通过一道或数道拉伸模具的模孔，使其截面减小，长度增加，强度提高。拉丝是各电线电缆公司的首道工序，拉丝的主要工艺参数是配模技术。

2. 单丝退火

铜、铝单丝在加热到一定的温度下，以再结晶的方式来提高单丝的韧性，降低单丝的强度，以符合电线电缆对导电线芯的要求。退火工序的关键是杜绝铜丝的氧化。

3. 导体的绞制

为了提高电线电缆的柔软度，以便于敷设安装，导电线芯采取多根单丝绞合而成。从导电线芯的绞合形式上可分为规则绞合和非规则绞合。非规则绞合又分为束绞、同心复绞、特殊绞合等。

为了减少导线的占用面积，缩小电缆的几何尺寸，在绞合导体的同时采用紧压形式，使普通圆形变异为半圆、扇形、瓦形和紧压的圆形（此种形式主要应用在电力电缆上）。

4. 绝缘挤出

塑料电线电缆主要采用挤包实心型绝缘层。塑料绝缘挤出的主要技术要求如下所述。

【偏心度】 挤出的绝缘厚度的偏差值是体现挤出工艺水平的重要标志，大多数的产品结构尺寸及其偏差值在标准中均有明确的规定。

【光滑度】 挤出的绝缘层要求表面光滑，不得出现表面粗糙、烧焦、杂质的不良质量问题。

【致密度】 挤出绝缘层的横断面要致密结实，无肉眼可见的针孔，杜绝气泡的存在。

5. 成缆

对于多芯的电缆，为了保证成型度，减小电缆的外形，一般都需要将其绞合为圆形。绞合的机理与导体绞制相仿，由于绞制节径较大，大多采用无退扭方式。

成缆的技术要求：一是杜绝异型绝缘线芯翻身而导致电缆的扭弯；二是防止绝缘层被划伤。

大部分电缆在成缆的同时伴随另外两个工序的完成：一个是填充，保证成缆后电缆的圆整和稳定；另一个是绑扎，保证缆芯不松散。

6. 内护层

为了保护绝缘线芯不被铠装所疙伤，需要对绝缘层进行适当的保护。内护层分为挤包内

护层（隔离套）和绕包内护层（垫层）。绕包垫层代替绑扎带与成缆工序同步进行。

7. 装铠

敷设在地下电缆，在工作中可能承受一定的正压力作用，此时可选择内钢带铠装结构。电缆敷设在既有正压力作用又有拉力作用的场合（如水中，垂直竖井或落差较大的土壤中），应选用具有内钢丝铠装的结构形式。

8. 外护套

外护套是保护电线电缆的绝缘层，防止环境因素侵蚀的结构部分。外护套的主要作用是提高电线电缆的机械强度，防化学腐蚀、防潮、防水浸，阻止电缆燃烧等。根据对电缆的不同要求，利用挤塑机直接挤包塑料护套。

任务3 了解电线电缆机械设备

在电线电缆生产过程中，凡是用于改变生产对象的形状、尺寸、性质、状态和位置的机械设备，称为电线电缆机械设备。如果它是专门用于加工电线电缆产品的机械设备，就称为电线电缆专用机械设备。

按照电线电缆工业生产工艺的需要，电线电缆机械设备包括铸锭、轧制、拉制、金属包制、镀制、导体绞制、缆芯绞制、元件绞制、挤制、压制、装铠、漆包、丝包、纸包、编织、制模、复绕等各类设备。每类设备又分为若干机型和单机，如拉制类分为滑动式等径轮拉丝机、滑动式塔轮拉丝机、非滑动式整体轮拉丝机、非滑动式双层轮拉丝机、拉轧式等径轮拉丝机。

在电线电缆机械设备中，尽管品种、规格繁多，用途各异，但它们一般都是由主机、牵引装置、收（排）线装置和放线装置等组成，如图 1-12 所示。



图 1-12 电线电缆机械设备基本结构示意图

【主机】 在电线电缆产品生产过程中，完成主要工序的机械。

【牵引装置】 拖动电线电缆产品向前运动的装置。

【收（排）线装置】 把电线电缆产品连续地收绕在线盘或其他盛线器具上的装置。

牵引装置、收（排）装置、放线装置等又可统称为辅助装置。辅助装置是辅助主机完成产品加工任务的装置，它与主机配套，组成制造电线电缆的专用机组或生产线。

随着电线电缆工艺的发展，近年来出现许多大型高速连续生产线，它与不同型号主机及其他辅助装置组成的电线电缆产品的专用设备，如连铸连轧生产线，拉制绞制生产线，拉制绝缘生产线等，可以大大提高劳动生产率。

在电线电缆生产线上设有必备的检测装置，在生产过程中可以直接进行检测或监控，也可以实现反馈调整，以保证产品质量。

电子计算机在电线电缆工业中的应用，是电线电缆机械设备自动化的发展方向，国外已普遍采用电子计算机控制生产过程，控制大型高速生产线，并出现了群控系统。在国家机电一体化方针指引下，国内有些电线电缆机械设备已采用电子计算机控制技术，并已取得较好

的效果。

电线电缆机械设备是保证产品质量、提高劳动生产率、节约能源的重要基础。为适应电线电缆产品发展的需要，电线电缆机械设备正朝着高速度、自动化和生产连续化方向发展。

任务 4 掌握电线电缆专用设备型号编制方法

我国自行设计和制造的电线电缆专用设备的品种越来越多，质量要求越来越高。为适应行业发展需要，我国制定了电线电缆专用设备型号编制方法，这样既便于设计人员编制型号，方便管理，又利于使用部门根据需要合理地选用专用设备。

根据电线电缆行业标准《电线电缆专用设备系列型号》规定，电线电缆专用设备型号编制包括主机、机组、生产线、辅助设备、试验设备和模具的系列型号编制。

1.4.1 设备型号组成

设备型号由设备的类别、系列、型式、规格和设计序号组成。

【类别】 根据电线电缆产品的加工工艺特征和设备产品主要功能特征，电线电缆专用设备划分为 17 大类，类别代号用大写拉丁字母表示，见表 1-1。

【系列】 在同类设备中，按工作原理、结构特征或加工对象划分的系列、系列代号也用大写拉丁字母表示，见表 1-1。

【型式】 在同一系列设备中，按设备结构特点划分型式，在基型产品基础上，可以有派生产品，派生代号用大写拉丁字母表示。型式代号也用大写拉丁字母表示，见表 1-1。

【辅助装置】 按装置的工作原理或结构特征，辅助装置也分为类别、系列及型式，其代号用大写拉丁字母表示，见表 1-2。

表 1-1 电线电缆专用设备的类别、系列及型式

序号	类 别		系 别		型 式		备 注
	名 称	代 号	名 称	代 号	名 称	代 号	
1	铸锭（杆）	U	连续式	L	上引法型	Y	
					浸涂法型	J	
					轮带型	L	
			非连续式	—	—	—	
2	轧制	Z	横列式	H	—	—	
			直线式	Z	热轧	R	
					冷轧	L	
3	拉制	L	滑动式	H	塔轮	T	
					等径轮	D	
			非滑动式	F	整体轮	D	
					双层轮	S	
			拉轧式	Z	等径轮	D	
4	金属包制	B	纵包式	Z	—	—	铝包钢
			综合式	H	—	—	