



建设社会主义新农村书系



文化生活篇

农村电工 简明技术

NONGCUN DIANGONG
JIANMING JISHU

黄汉英 编



中国农业出版社
农村读物出版社



建设社会主义新农村书系

文化生活篇

农村电工简明技术

黄汉英 编



黄汉英 编

中国农业出版社
农村读物出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

农村电工简明技术/黄汉英编. —北京: 中国农业出版社, 2007. 10

(建设社会主义新农村书系)

ISBN 978-7-109-12126-3

I. 农… II. 黄… III. 农村-电工-基本知识 IV. TM

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 131373 号

中国农业出版社
农村读物出版社 出版

(北京市朝阳区农展馆北路 2 号)

(邮政编码 100026)

责任编辑 白洪信

北京中兴印刷有限公司印刷 新华书店北京发行所发行

2008 年 1 月第 1 版 2008 年 1 月北京第 1 次印刷

开本: 787mm×1092mm 1/32 印张: 5.875

字数: 130 千字

定价: 8.20 元

(凡本版图书出现印刷、装订错误, 请向出版社发行部调换)

目 录

一、农村常用电工材料和电工仪表	1
(一) 电线和电缆	1
(二) 其他常用材料	9
(三) 测量用电工仪表	13
(四) 电工检修用仪表	23
(五) 常用电工仪表的检修	30
二、农村常用电动机	35
(一) 电动机的结构和工作原理	35
(二) 电动机的铭牌和型号特征	41
(三) 三相电动机的起动	45
(四) 电动机的操作运行与维护	49
(五) 电动机的安全使用	58
(六) 电动机的安装与选择	64
(七) 单相异步电动机	68
三、变压器	74
(一) 变压器的分类、作用和构造	74
(二) 变压器的铭牌与选择	77
(三) 变压器的安装	81
(四) 变压器故障的试验检查及处理方法	86

四、农村常用低压电器及控制线路	90
(一) 刀开关	90
(二) 自动开关	97
(三) 交流接触器	103
(四) 热继电器	104
(五) 熔断器	107
(六) 控制按钮	117
(七) 常用继电接触器控制线路	120
五、农村低压输电线路	123
(一) 低压架空线路的结构	123
(二) 接户线和进户线	131
(三) 低压架空线路常见故障及处理方法	134
(四) 电力电缆线路的安装	140
(五) 电缆线路常见故障及预防措施	142
六、电气照明	144
(一) 电气照明的设计计算	144
(二) 照明线路导线的选择及安装	159
(三) 照明线路故障的检查及处理	165
七、安全用电	169
(一) 电气设备的安全用电	169
(二) 触电及其预防	178

一、农村常用电工材料和 电工仪表

随着农村电气事业的不断发展，电工材料的需求和应用也不断发展，我国农村地域宽广，经济发展也不平衡，对电能的生产和应用差异很大，因此对电工材料的应用也有很大的不同。本章主要介绍目前农村一般常用的电工材料，选用材料时一些必须具备的基本知识和原则。

（一）电线和电缆

铜和铝作为普通导电材料主要用于制造电线电缆。电线电缆是用于传导电能、信息和实现电磁能转换的线材产品，它包括电磁线（也称绕组线）、裸导线、电力电缆、电气装备用电线电缆、通信电缆五大类。电磁线按照绝缘层的特点与用途分为漆包线、绕包线（材料的外表用玻璃丝、树脂等绕包）、无机绝缘电磁线（外表为氧化膜、陶瓷等绝缘层）、特种电磁线四大类。

1. 裸单线和裸绞线

裸导线是指仅有导体而没有绝缘层的导线，它包括铜、铝等金属及其合金的圆单线，架空输电的绞线，软接线和型线等。主要用于户外架空线路、室内汇流排和开关箱等用途。

常用裸导线的分类见图 1-1。

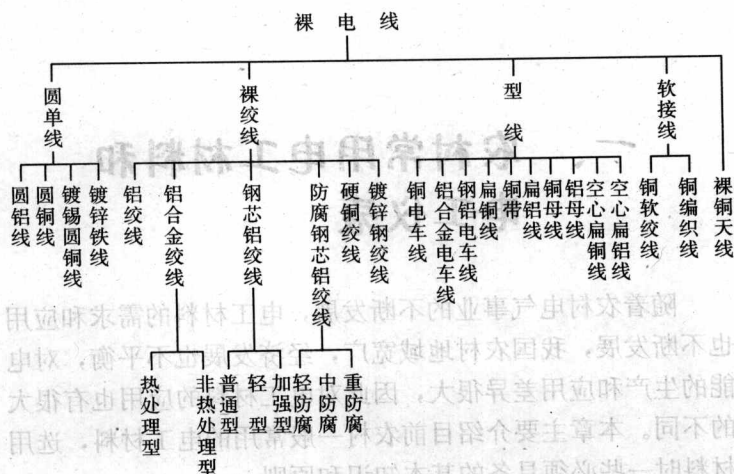


图 1-1 常用裸导线分类

在图 1-1 所列的裸导线中，圆单线、裸绞线这两类在农村使用得较为普遍，下面主要介绍这两类导线。

(1) 圆单线

①圆单线的命名方法：圆单线的名称由四部分组成，也可以少于四部分，见表 1-1。

表 1-1 圆单线名称组成表

第一部分	第二部分	第三部分	第四部分
镀层或附加说明	外形名	材质名	线

例：圆铜线：第一部分，镀层（无）+ 第二部分，外形（圆）+ 第三部分，材质（铜）+ 线。

无磁性圆铜线：附加说明（无磁性）+ 外形名（圆）+ 材质名（铜）+ 线。

在相同名称的材料中，可以有各种不同型号。

②常用圆单线的特性及主要用途见表 1-2。

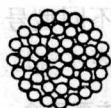
表 1-2 常用圆单线的特性及主要用途

名 称	型号	截面范围 (平方毫米)	特 性	主要用途
硬圆铜线	TY	0.02~6.00	硬线的抗拉强度比软线大一倍，半硬线有一定的抗拉强度和延伸率，软线的延伸率高	硬线主要作架空导线；半硬线、软线供电线电缆及电器设备制品用
软圆铜线	TR	0.02~6.00		
硬圆铝线	LY	0.06~6.00		
半硬圆铝线	LYB	0.06~6.00		
软圆铝线	LR	0.06~6.00		
镀锡圆铜软单线	TRX	0.03~4.00	具有良好的耐腐蚀和焊接性能，并有铜线与被覆盖绝缘（如橡皮）之间的隔离作用	供电线电缆用线芯，屏蔽层及电器制品
镀锌铁线		1.6~6.0	具有良好的耐腐蚀性，抗拉强度大	适用于小电流、大跨度的架空场合

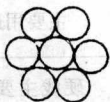
(2) 裸绞线 绞线是由若干单线绞合而成的导线，制成绞合线使用的目的是改善使用性能。当需要较大截面的导线时，如果采取加大单股导线直径的方法，显然是行不通的，因为直径大的导线会变得硬而不易弯曲，给生产、运输、施工带来很多困难。在相同截面的前提下，制成绞合线会变得柔软和易弯曲，还可提高抗拉强度，给生产和使用都带来很多方便。

裸绞线的结构见图 1-2。

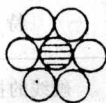
常用裸绞线的品种及主要用途见表 1-3。



b



c



d



e

图 1-2 裸绞线的横截面

- a. TRJ 型软铜绞线, 用作电机电器部件连接线 b. TJ 型铜绞线, 用作架空输电线 c. LT 型铝绞线, 用作架空输电线 d. LGJ 型钢芯铝绞线, 用作架空输电线。其中钢芯, 用于提高抗拉强度; 铝线用作导电 e. 复合绞线用作架空线

表 1-3 常用裸绞线的品种及主要用途

产 品 名 称	型号	截面范围 (平方毫米)	主 要 用 途
铝绞线	LJ	10~600	用于档距较小的一般配电线路
铝合金绞线: 热处理型	HLJ	10~600	用于一般输配电线路
非热处理型	HL ₂ J		
钢芯铝绞线: 普通型	LGJ	10~400	用于输配电线路
轻 型	LGJQ	150~700	
加强型	LGJJ	150~400	
防腐钢芯铝绞线: 轻防腐	LGJF	25~400	用于有腐蚀环境的输配电线路, 轻、中、重表示耐腐蚀能力的大小
中防腐	LGJF ₂		
重防腐	LGJF ₃		
硬铜绞线	TJ	10~400	除有特殊要求的输配电线路外, 一般不采用
镀锌钢绞线	GJ	2~260	用于农用架空线或避雷线

2. 塑料、橡皮绝缘电线

(1) 塑料绝缘电线 塑料绝缘电线是指绝缘层是塑料的电线，它包括塑料绝缘电线和塑料绝缘软线两类。由于材料来源容易，货源充足，价格便宜，所以它已基本取代了橡皮绝缘电线以节约橡胶、棉纱等材料。所以在保证满足使用要求的前提下应首先选用“塑料绝缘”电线，尤其是“塑料绝缘铝芯”电线。不过橡皮绝缘电线在耐日光、耐老化、抗低温等方面的性能要优于塑料绝缘电线，更适合在室外使用。

BV、BLV、BVV、BLVV 型聚氯乙烯绝缘系列电线主要用于交流 500 伏和直流 1 000 伏以下的电器装置、电工仪表、电信设备、电力及照明线路。布线方式采用明敷、暗敷均适宜。其中的 BVV、BLVV 护套线，布线时可直接埋入地下。BVR 型铜芯聚氯乙烯绝缘软线供有柔软使用要求时使用，本系列电线长期工作温度不超过 65°C ，安装环境温度不低於 -15°C 。

RV、RVB、RVS、RVV 型聚氯乙烯绝缘系列软线主要供各种交、直流移动电器、电工仪表、电器设备及自动化装置接线，长期工作温度不超过 65°C ，安装温度不低於 -15°C 。其中的 RV、RVB、RVS 型用于交流 250 伏以下，RVV 型用于交流 500 伏以下。其结构简图见图 1-3、图 1-4。

(2) 橡皮绝缘电线 橡皮绝缘电线主要用于交流 500 伏及直流 1 000 伏以下的电器设备和室内其他用电装置。长期工作温度不超过 65°C 。线芯有单芯、多芯。材质有铜材、铝材。用于固定敷设多采用铝芯线如 BLXF-铝芯氯丁橡皮线；用于固定敷设尤其宜于户外使用，如 BXF-铜芯氯丁橡皮线，其标称截面范围在 $0.75\sim 95$ 平方毫米之间。

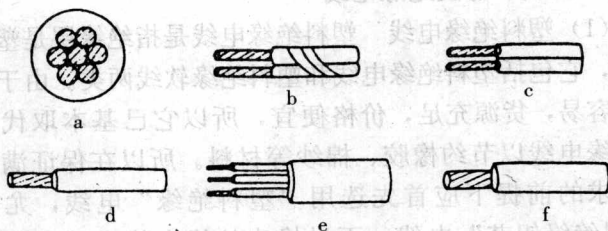


图 1-3 聚氯乙烯绝缘电线结构

- a. 聚氯乙烯绝缘电线 b. BV 型二芯（还有三芯）铜芯聚氯乙烯绞线，标称截面范围 0.03~0.76 平方毫米 c. BV、BLV 型二芯平行电线，标称截面范围 0.2~10 平方毫米 d. BV、BLV 型一芯电线，标称截面 0.2~185 平方毫米 e. BVV、BLVV 型（一芯、二芯及三芯），平行护套，标称截面范围 0.75~10 平方毫米 f. BVR 型电线（一芯软线），标称截面范围 0.75~50 平方毫米

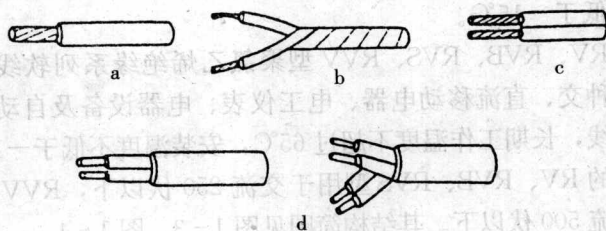


图 1-4 塑料软线

- a. RV 型铜芯聚氯乙烯绝缘软线 0.12~6 平方毫米
b. RVS 铜芯聚氯乙烯绝缘绞线 0.12~2.5 平方毫米
c. RVB 铜芯聚氯乙烯平行软线 0.12~2.5 平方毫米
d. RVV 铜芯聚氯乙烯绝缘聚氯乙烯护套软线 2~2.4 平方毫米
标称截面：4 芯及以下 0.12~6 平方毫米；5~7 芯 0.12~2.5 平方毫米；10~24 芯 0.12~1.5 平方毫米

用于固定敷设如 BLX 型铝芯橡皮线，其标称截面范围 0.75~185 平方毫米；用于室内有柔软使用要求的场合，如 BXR-铜芯橡皮软线，其标称截面范围为 0.75~185 平方毫米；用于灯头灯座之间的联线，移动日用电器，家用电子设备连线等如 RXS-橡皮绝缘棉纱编织双绞软线（2 芯或 3 芯），标称截面范围 0.2~4.0 平方毫米。

3. 低压电缆及橡套软线

低压电缆及橡套软线是指承受电压在 600 伏/1 000 伏及以下，内装有多根相互绝缘芯线的电缆。它除了具有导电的性能外，芯线之间有足够的绝缘强度、不易发生短路故障，其绝缘护套还具有一定的抗拉、抗压和耐磨等性能。低压电缆中护套为塑料的电缆多用于固定敷设线路，橡套电缆多用于移动电器。

(1) 塑料电缆 其中 N 系列固定敷设农用电线，适用于农村配电和线路电器设备。额定电压为 450 伏/750 伏，长期工作温度 70℃，敷设的环境温度不低于 0℃，线芯主要为铝芯。绝缘有聚氯乙烯 (PVC) 或聚乙烯 (PE)，护套均为 PVC。常用的有 NLV 直埋铝芯聚氯乙烯绝缘电缆，NLVV、NLVV-1 直埋铝芯 (PE) 绝缘 (PVC) 护套电缆，NLYV-H (耐寒)、NLYV-Y (防蚁) 均可直埋地下。积水地区最好选用聚乙烯 (PE) 电缆。

(2) 橡套电缆 (橡皮绝缘、橡皮护套) 其中通用型 Y 系列移动型主要用于移动电器设备，长期工作温度为 65℃。YQ、YQW 型，额定电压为 300 伏/300 伏，二芯或三芯，单线截面为 0.3~0.75 平方毫米。YZ、YZW 型 (中型) 额定电压为 300 伏/500 伏，芯数为 2~5 芯，单线截面

0.75~6 平方毫米。YC、YCW 型（重型）额定电压为 450 伏/750 伏，芯数为 1~5 芯。YQW、YZW、YCW 型耐油、耐气候，适宜于户外及有油污的场合使用。

表 1-4 农用铝芯塑料绝缘线规格

导线截面 (平方毫米)	导线结构 (根数/直径, 毫米)	绝缘厚度 (毫米)		护套厚度 (毫米)
		NLV	NLVV NLVYV	
2.5	1/1.76	1.0	0.6	0.7
4	1/2.24	1.0	0.6	0.7
6	1/2.73	1.0	0.8	0.8
10	7/1.33	1.2	0.8	1.0
16	7/1.70	1.2	1.0	1.0
25	7/2.12	1.4	1.2	1.0
35	7/2.50	1.4	1.2	1.2
50	19/1.33	1.6	1.4	1.2

另外在专用电缆中，电焊机电缆 YH 型与 YHL 型铜芯、铝芯软电缆用于电焊机二次侧与电焊钳间连接使用，额定工作电压 200 伏以下，耐热、耐磨、耐气候，橡皮护套，线芯长期允许工作温度为 65℃，截面积范围 10~185 平方毫米。

4. 漆包线

漆包线的绝缘层是漆膜，采用有机合成高分子化合物，如缩醛、聚酯、聚氨酯等，均匀地涂抹在导线上，形成一层牢固而光滑的绝缘层而制成。主要用于制造中小型电机、变压器、电器线圈等。

表 1-5 普通橡套软电缆的品种及主要用途

产 品 名 称	型 号	导线长期 工作最高 允许温度 (℃)	主 要 用 途
轻型通用橡套 电缆	YQ	65	连接交流电压 250 伏及以下轻型移动电气设备和日用电器
户外型通用轻型橡套电缆	YQW		用途同上, 特别点能适应气候变化和具有一定的耐油性能
中型通用橡套 电缆	YZ		连接交流电压 500 伏及以下各种移动电气设备 (包括各种农用电动装置)
户外型通用中型橡套电缆	YZW	65	用途同上, 特点是能适应气候变化和具有一定的耐油性能
重型通用橡套 电缆	YC		用途同上, 特点是能承受较大的机械外力作用, 如港口机械用
户外型通用重型橡套电缆	YCW		用途同上, 特点是能适应气候变化和具有一定的耐油性能
电焊机用铜芯 橡套软电缆	YH	65	用作电焊机二次侧接线及连接电焊钳的软电缆、额定工作电压为 200 伏
电焊机用铝芯 橡套软电缆	YHL		

(二) 其他常用材料

1. 绝缘漆和绝缘油

(1) 绝缘漆 绝缘漆主要以合成树脂或天然树脂为漆基, 加溶剂、稀释剂、填料等组成。漆基在常温下黏度很大或是固体。溶剂或稀释剂用来溶解漆基, 调整绝缘漆的黏

度，在漆的成膜固化过程中将逐渐挥发。

常用的绝缘漆按用途分有：浸渍漆、漆包线漆、覆盖漆、硅钢片漆等。

①浸渍漆。浸渍漆分有溶剂漆和无溶剂漆两大类。主要用于浸渍电机、电器的线圈，填充其间隙和气孔，在晾干或烘干后使之成为一结实整体。

有溶剂浸渍漆，具有渗透性好，贮存期长，使用方便等优点。使用时一般采用多次浸漆逐步升温烘烤的工艺，这样可避免溶剂过快挥发而造成漆膜有针孔和气泡，影响产品性能和使用寿命。但整个的操作时间比较长。常用有溶剂浸渍漆的品种、型号、组成及用途见表 1-6。

表 1-6 常用有溶剂浸渍漆的品种、型号、组成及用途

名称 (型号)	耐热等级	特 性 及 用 途
环氧无溶剂浸渍漆 (西 100 北 174)	B	黏度低，击穿强度高，可用于浸渍小型低压电机、电器线圈
环氧无溶剂滴浸漆 西 (111)	B	黏度低，固化快，击穿强度高，可用于滴浸小型低压电机
环氧无溶剂浸渍漆 (哈 9101)	B	黏度低，固化较快，体积电阻高，贮存稳定性好，可用于浸渍中型高压电机线圈
聚酯环氧无溶剂漆 (EIU)	F	黏度低，挥发物少，击穿场强高，贮存稳定性好，用于沉浸小型 F 级电机电器线圈

绝缘材料的耐热性，按其长期正常工作所允许的最高温度分为 Y、A、E、B、F、H、C 七个等级，即表中的“耐热等级”。其中 B 级允许最高工作温度为 132℃、F 级为

155℃、H 级为 180℃。

无溶剂浸渍漆。无溶剂浸渍漆由合成树脂、固化剂和稀释剂等组成。具有固化时间短，黏度随温度变化快，流动性和渗透性好，绝缘整体性好，固化过程中挥发物少等特点，可提高绝缘结构的导热性和耐潮能力，缩短生产周期，降低材料消耗和减少污染。

常用的无溶剂漆主要有环氧型、聚酯型、环氧聚酯型三类。环氧型与聚酯型相比，前者黏结力好，收缩率小，漆膜的电气、机械性能均较好，耐潮耐霉，但漆的贮存稳定性和漆膜韧性不及后者。环氧聚酯型的性能介于两者之间。常用无溶剂漆的品种、特性及用途见表 1-7。

②漆包线漆。漆包线漆主要用于漆包线芯的涂覆绝缘，漆包线在绕制线圈、嵌线等的过程中，将经受热、化学和多

表 1-7 常用无溶剂漆的品种、特性和用途

名 称	型号	基本组成	耐热等级	特性和用途
醇酸浸渍漆	1030	干性植物油改性醇酸树脂。溶剂为 200 号溶剂汽油、二甲苯	B	具有较好的耐油性、耐电弧性，干燥迅速，漆膜平滑有光泽。供浸渍在油中工作的线圈和绝缘零部件用
三聚氰胺醇酸浸渍漆	1032	油改性醇酸树脂 丁醇改性三聚氰胺树脂，溶剂为 200 号溶剂汽油	B	具有较好的干透性、耐热性、耐油性、热弹性和较高的电气性能。供浸渍在温热带地区使用的线圈用

(续)

名 称	型号	基本组成	耐热等级	特性和用途
油改性聚酯浸渍漆	西 155	干性植物油改性的对苯二甲酸聚酯树脂, 溶剂为二甲苯和丁醇	F	具有良好的电气绝缘性、耐油性、耐热性、耐潮性等, 供浸渍 F 级电机、电器线圈用
有机硅浸渍漆	1053	有机硅树脂, 溶剂为二甲苯或甲苯	H	具有耐高温、耐寒性、抗潮性、耐水性及抗海水, 耐电晕、抗臭氧、耐紫外线、化学稳定性好。在高温和受潮后仍具有良好的电气性能, 供浸渍 H 级电机、电器线圈及绝缘零部件用

注: 1. 型号为西 155 油改性聚酯浸渍漆系西安绝缘材料厂厂标型号。

2. 型号 1053 有机硅浸渍漆是按照 JB3078-82 生产的。

种机械力的作用, 所以要求漆膜涂覆均匀, 附着力强, 表面光滑柔软有韧性、有弹性, 耐磨、耐热、耐溶剂, 电气性能好, 对导体本身无腐蚀等特点。

③覆盖漆。覆盖漆用于涂覆经浸漆处理的线圈和绝缘零部件, 在其表面形成厚度均匀的绝缘保护层, 以防止设备绝缘受机械损伤和大气、化学药品侵蚀, 提高表面绝缘强度。因此要求覆盖漆具有干燥快、附着力强、漆膜坚硬、机械强度高、耐潮、耐油、耐腐蚀等特性。

覆盖漆按树脂类型分为醇酸漆、环氧漆和有机硅漆。环