

机械工业部

电线电缆专业中级技术工人培训教材

绞线工艺学

电线电缆专业技术工人培训教材编审委员会

机械工业出版社

绞线工艺学

电线电缆专业技术工人培训教材编审委员会



机械工业出版社

电缆情缘欢迎你

<http://ahwwwsb.b.co.163.com/>

前 言

为适应机械工业“三上一提高”的需要，有计划地加强对工人的技术理论培训，国家机械委电器局成立了电线电缆专业技术工人培训教材编审委员会。在编审委员会领导下，由上海电缆研究所组织编写了电线电缆专业三十四个工种的中级工人技术理论培训教材，并作为全行业的指定教材。

这套教材是根据原机械工业部《工人技术等级标准》和《电线电缆行业专用工种工人中级技术理论教学计划、教学大纲》编写的，内容以电线电缆制造工艺为主，包括材料、设备知识和产品质量方面的分析，介绍了新技术、新工艺和新设备。

这套教材，课时一般以100~150学时为宜，各单位在保证培训质量的前提下，可根据实际情况适当调整。

参加这套教材编写的有沈阳电缆厂、上海电缆厂、郑州电缆厂、西安电缆厂、哈尔滨电缆厂和湘潭电缆厂的教育部门同志及工程技术人员。除此，昆明电缆厂、天津市电缆厂和北京市电线总厂的同志也参加了教材的审定工作。本教材由成长仁同志主编，宋宏升同志主审。为了保证教材的质量，聘请毛安民、胡懋书、林必梁三位专家为顾问，对于以上同志的辛勤劳动，表示衷心的感谢。

由于编写时间仓促，缺乏经验，不足之处，请读者批评指正。

机械工业委员会电器局

一九八七年三月

电缆情缘欢迎你

<http://ahwwwsb.b.co.163.com/>

再 版 前 言

自 1987 年 7 月出版发行电线电缆专业三十四个工种的中级工人技术理论培训教材以来，深受电线电缆行业欢迎。在深化改革、扩大开放的新形势下，线缆行业迫切需要工人培训教材，为此，我分会决定对电线电缆行业量大面广的拉线工艺学、线模制造工艺学、绞线工艺学、挤塑工艺学、成缆工艺学、漆包线工艺学等六个工种的中级工人技术理论培训教材再版发行。

因原教材出版至今已近六年，目前再版时，根据每本教材不同情况，作些适当补充及修改。本教材由原主编成长仁同志修改补充，原主审宋宏升同志审查。在本教材再版之际，谨向付出艰辛劳动的全体编审人员、组织人员表示衷心感谢。

电器工业职工教育研究会

电线电缆分会

一九九四年三月

电缆情缘欢迎你

<http://ahwwwsb.b.co.163.com/>

目 录

前言	
再版前言	
第一章 绪 论	(1)
第一节 绞线产品的类型.....	(1)
第二节 绞线的特性及用途.....	(3)
第二章 材料和半成品	(7)
第一节 材料的种类、性能及用途.....	(7)
第二节 材料的技术指标.....	(8)
第三节 防腐剂.....	(15)
第三章 绞合设备	(17)
第一节 绞合设备种类及基本结构.....	(17)
第二节 绞线机的放线部分.....	(19)
第三节 绞线机的牵引及收排线装置.....	(25)
第四节 束线机.....	(28)
第四章 绞线工艺	(34)
第一节 绞线工艺参数及绞合规律.....	(34)
第二节 一般绞线.....	(56)
第三节 架空绞线.....	(77)
第四节 异型绞合线芯.....	(88)
第五节 工装模具与量具.....	(96)
第五章 废品种类与排除方法	(99)

电缆情缘欢迎你

<http://ahwwwsb.b.co.163.com/>

(材料不同或线径不同)构成的绞线，这样就可以把各种绞线进行分类归纳。

一、架空绞线分类

架空绞线分类如表 1-1。

表 1-1 架空绞线分类

正规绞合的绞线		特殊结构的绞线 (非正规绞合)
同一单线构成	不同单线构成	
裸铝绞线	钢芯铝绞线	扩径绞线
铝合金绞线	钢芯铝合金绞线	消振绞线
裸铜绞线	钢和铝包钢混合绞线	光体绞线
铝包钢绞线	防腐钢芯铝绞线	防冰雪绞线
钢绞线	镀铝钢芯铝绞线	异型电缆线芯

二、绞合线芯分类

绞合线芯分类见表 1-2。

表 1-2 绞合线芯分类

品种类别	用途	导体材料	结构	软 硬	外形
圆形线芯	各种电线电缆	铝、铝合金。	同心层绞，束绞，同心复绞，特殊	软、半硬	圆形、紧压圆形、扇形紧压、扇形实心
异型线芯		铝、铜、铝合金		软、半硬	

同心式绞合是把若干根单线按一定方向和一定的规律，以同一中心为绞合中心进行缠绕，同时绞线以一定速度前进，这样扭绞并合在一起制成绞线或绞合线芯。

第二节 绞线的特性及用途

一、绞线产品的基本特性

(一)柔软性好

同一截面的单根导电线芯与多根单线绞合的导电线芯相比较，绞合线芯柔软。因为绞线在弯曲时受压缩的部分向受拉伸的部分作微小的滑移，绞线弯曲的外力只要克服单线的弯曲应力和单线间的滑移摩擦力就行了。如果是单根导线，则弯曲时的外力要克服外侧的很大拉应力和内侧的很大压应力。绞线和单根导体的弯曲情况见图1-1。绞线的柔软性能好有利于安装，可减轻因弯曲、振动、摆动时所造成的损坏。

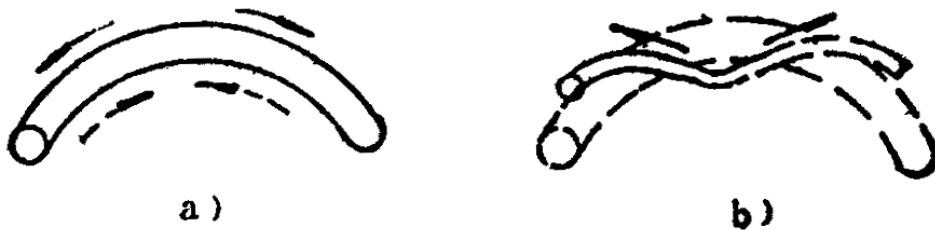


图 1-1 单线和绞线弯曲情况

a) 单线 b) 绞线

(二)可靠性好

单线在制造过程中由于受到材料性能、工艺及生产条件的限制，将会出现一些缺陷，这些缺陷极大地影响单线的可靠性。而绞线则是由多根单线构成的，单线上的缺陷几乎没有可能全部集中于绞线的同一处，故对绞线的性能影响较对单根导体要微弱得多。

(三)强度高

同一截面的单根导线与多根导线绞合的绞线相比，因为绞线中的单线直径比与绞线同一截面的单根导体直径小得多，在使用同样杆材的情况下，小线径经受的变形程度高于大线径的变形程度，因而其强度也高，经绞合后引起的强度损失较小，约5%。所以，绞线的强度高于同截面单根导体的强度。线材经接头后虽然强度下降很多，但绞线中单线的接头按工艺要求都要错开一定距离，而单线却无法做到这一点，在线材生产中接头又是不可避免的，这也是绞线强度高于单线的另一个原因。

二、绞线的用途

(一)普通绞线

1. 铝绞线：导体重量轻，导电性好，应用于受力较小的架空电力线路的配电线。
2. 硬铜绞线：电气性能优越，应用于架空输电线路。
3. 铝合金绞线：抗拉强度高，为铝绞线强度的一倍左右，导电率较铝绞线低10%左右，应用于冰川、山区、丘陵等地带一般线路及大跨越输电线路。
4. 铝包钢绞线：力学性能优越，应用于大跨越线路。

(二)组合绞线

1. 钢芯铝绞线：抗拉强度高，应用于架空输电线路、配电线路、重冰区及大跨越输电线路。
2. 防腐钢芯铝绞线：性能与钢芯铝绞线相同，它能防止钢芯腐蚀，提高导线使用寿命，应用于咸水湖、沿海、工矿区及腐蚀气氛较严重的地区。
3. 钢芯铝包钢绞线：能提高钢芯耐腐蚀性能，钢芯使

用寿命长，应用于大跨越线路或避雷线。

4. 压缩型钢芯铝绞线：抗拉强度高，为普通绞线的1~2倍，导线表面光滑，应用于输电线路，可加大杆塔的跨度。

(三)特种绞线

1. 扩径钢芯铝绞线：能增加导线外径，节约有色金属，减少电晕损失，应用于高压输电线路及高海拔地区。

2. 扩径空心导线：具有较大的导线外径，减少电晕损失，节约有色金属，应用于高压变电站。

3. 消振及间隙型绞线：各绞层分离，能自身减少振动，应用于多风暴地区。

4. 防冰雪绞线：抗冰雪能力强，应用于重冰区地带。

5. 铜电刷线：结构稳定，柔软性良好，采用束绞及复绞而成，应用于电机中的引接线。

6. 裸铜软绞线：采用股线正规绞合，束绞，无复绞或束绞后再按正规绞合复绞等形式，应用于连接电机、电器设备部件。

7. 铜编织线：导线柔软，应用于移动电器装备的连接线，也可用于汽车、拖拉机蓄电池的连接。

8. 镀铝钢芯铝绞线：它和钢芯铝绞线基本一样，只是将镀锌钢丝改为镀铝钢丝。钢丝镀铝后不但能增加抗腐蚀性，而且也减少锌铝的电位差，防腐线路采用镀铝钢芯铝绞线，可避免电场畸形。

9. 耐候绝缘架空线：这种产品是在铝绞线及钢芯铝绞线(裸铜绞线也可以)表面加一层聚乙烯护套，一般用来线路通过林区和城市使用。

10. 导电线芯：大多用于油浸纸绝缘和塑料绝缘的电力电缆。根据需要可分为：硬、软、特软三种。

(1) 硬线芯：用于船用电缆、电力电缆等。

(2) 软线芯：用于矿用电缆、橡套电缆等。

(3) 特软线芯：用于经常移动的电线电缆线芯及有特殊要求的导电电线电缆。

第二章 材料和半成品

第一节 材料的种类、性能及用途

绞线用的材料有镀锌钢丝、镀铝钢丝、电工圆铝线、电工圆铜线和铝合金线等。

电线电缆的导体多采用电工圆铝线，因在同等导电功能情况下，特别是高压远距离大容量输电，铝更为经济。目前国际上已开始大量采用铝合金，我国还没有大量推广使用。铜导体在架空线路中用得很少，只在特殊条件下采用，但在电线电缆导电线芯中还是采用铜导体和铝导体两种材料。

镀锌钢丝及镀铝钢丝在绞线中是用来增加绞线力学性能。为了改善钢的抗腐蚀性能，一般在钢丝表面镀锌或镀铝。铜绞线采用电工圆铜线，有的品种为了改善铜线的抗腐蚀性能和物理性能，在电工圆铜线上镀锡、镀银。为了改善电线电缆导电线芯的柔软性和导电性，通常以减小单线直径，增加导线的根数，再进行束制、复绞、正规绞合等工艺。

由于单线在拉制过程中，加工硬化使机械强度增大，伸长率下降。冷加工后铜单线不能完全满足电线电缆导电线芯的性能要求，因此必须采用韧炼的方法，即中间退火方法来满足工艺及电缆性能要求。

第二节 材料的技术指标

一、镀锌钢丝

镀锌钢丝应符合 GB3428—82《钢芯铝绞线用镀锌钢丝》标。

(一)镀锌钢丝尺寸及允许偏差见(表 2-1)。

表 2-1 镀锌钢丝尺寸及允许偏差

钢丝直径 (mm)	尺寸允许偏差 (mm)
≤2.00	±0.04
>2.00	±2% d

(二)镀锌钢丝的性能

应符合表 2-2 规定。

表 2-2 镀锌钢丝的性能要求

钢丝直径 (mm)	抗拉强度 (N/mm ²)不小于	1%伸长时应力 (N/mm ²)不小于	伸长率 ($L_0=200\text{mm}$) (%)不小于	扭转次数 (次/360°)
1.25~2.25	133.6	119.5	4	18
2.26~3.00	133.6	116	4	18
3.01~3.80	133.6	112.5	4	18

注：钢丝在等于其直径的芯杆上紧密地缠绕 8 圈，不得断裂。

(三)镀锌钢丝的锌层质量

应符合表 2-3 规定。

二、镀铝钢丝

(一)镀铝钢丝基体的化学成分

应符合下表要求:

元素	碳	锰	磷(最大)	硫(最大)	硅
成分(%)	0.5~0.95	0.5~1.30	0.040	0.050	0.10~0.30

表 2-3 镀锌钢丝锌层性能要求

钢丝直径 (mm)	锌镀层质量 (g/m ²)不小于	硫酸铜浸置次数 (每60s一次) 不小于	锌镀层牢固性	
			芯杆直径为钢 丝直径的倍数	圈数
1.25~1.50	183	2	4	8
1.51~1.75	198	2		
1.76~2.25	214	2 1/2		
2.26~2.75	229	3		
2.76~3.50	244	3 1/2		
3.51~3.80	259	4		

(二)供镀铝用的铝锭或铝料杂质最大极限值
铜为 0.01%, 铁为 0.50%。

(三)镀铝钢丝抗拉强度
应符合表 2-4 规定。

表 2-4 镀铝钢丝抗拉强度要求

标称直径 (mm)	1%伸长应力 (MPa)不小于	极限抗拉强度 (MPa)不小于	标距254mm时的极限 伸长率(%)不小于
1.270~2.283	1170	1280	3.0
2.286~3.045	1100	1240	3.5
3.048~3.515	1030	1210	4.0
3.785~4.826	930	1140	4.0

(四)镀铝钢丝铝镀层
应符合表 2-5 规定。

(五) 镀层附着性

镀铝钢丝应以不超过 15 圈/min 的速度，按表 2-6 附着性试验用圆棒尺寸，在规定直径圆柱形钢棒上紧密地螺旋状卷绕，而铝镀层应无裂纹或剥落，(用裸手指不能擦掉铝镀层为准)。

表 2-5 铝镀层的最小质量

镀铝钢丝标称直径 (mm)	镀铝钢丝表面的镀层质量 (g/m ²)
1.270~1.521	70
1.524~1.902	76
1.905~2.283	79
2.286~2.639	85
2.642~3.045	92
3.048~3.553	98
3.556~4.569	104
.572~4.826	116

表 2-6 附着性试验用圆棒尺寸

标称直径 (mm)	圆棒直径与线径之比
1.270~2.283	3
2.286~3.553	4
3.556~4.826	5

注：附着性试验过程中，镀铝钢丝的表面由于机械磨擦所形成的表面小铝颗粒的脱落，不应视为不合格。

(六) 尺寸和公差

镀铝钢丝在互相垂直方向测得的两个精确尺寸的平均值，规定值之间的偏差应不超过表 2-7 所规定的线径公差。

(七)表面质量

镀铝钢丝表面应无裂纹，无裂片，无氧化皮，镀层厚度均匀、光滑，没有与良好工业品不相称的其它缺陷。

表 2-7 镀铝钢丝的线径公差

镀铝钢丝标称直径 (mm)	允许偏差 (mm)	
	正	负
1.905以下	0.051	0.025
1.950~3.045	0.076	0.051
3.048~3.553	0.076	0.051
3.556及以下	0.102	0.076

三、电工圆铝线

铝绞线、钢芯铝绞线和电缆线芯用圆铝线，应符合 GB 3955—83《电工圆铝线》标准中 H9 状态的 Ly9 型硬铝线的规定。

(一)尺寸偏差

圆铝线垂直于轴线的同一截面上测得最大和最小直径之差，应不超过标称直径偏差的绝对值，并符合表 2-8 圆铝线的线径偏差规定。

表 2-8 圆铝线的线径偏差

标称直径 (mm)	允许偏差 (mm)
2.49 及以下	±0.025
2.50~4.60	±1% d

(二)力学性能

圆铝线的力学性能应符合表 2-9 规定。

卷绕试样在等于自身直径的圆棒上紧密卷绕 8 圈，退绕

6 圈之后，重新紧密卷绕，用正常目力检查，铝线应不裂断，但允许铝线表面有轻微裂纹。

表 2-9 圆铝线的力学性能

标称直径 (mm)	抗拉强度 (N/mm ²) 不小于
1.25	200
1.26~1.50	193
1.51~1.75	188
1.76~2.00	184
2.01~2.25	180
2.26~2.50	176
2.51~2.75	173
2.76~3.00	169
3.01~3.25	166
3.26~3.50	164
3.51~2.75	162
3.76~4.25	160
4.26~5.00	159

注：电阻温度系数：0.00403¹/°C

(三) 电性能

圆铝线的电性能在 20°C 时应不大于 0.02826Ωmm²/m

(四) 外观

圆铝线表面应光洁，不得有与良好工业产品不相称的任何缺陷。

四、圆铝合金线

(一) 圆铝合金线型号

热处理铝镁硅合金圆线为 LH_A，热处理铝镁硅稀土合金线为 LH_B。

(二)合金元素成分

热处理铝镁硅合金圆线含镁约 0.6%，硅约 0.6%。热处理铝镁稀土合金圆线含镁约 0.6%，硅约 0.6%，稀土约 0.1%。

(三)尺寸偏差

铝合金圆线标称直径的偏差和 f 值应符合表 2—10 规定。

表 2-10 铝合金圆线的偏差和 f 值

标称直径 (mm)	偏差 (mm)	f 值 (mm) 不大于
$d < 2.50$	± 0.025	0.025
$d \geq 2.50$	$\pm 1\% d$	1% d

(四)机械性能

铝合金圆线， $\phi 1.33\text{mm} \sim \phi 4.60\text{mm}$ 抗拉强度不小于 $294\text{N}/\text{mm}^2$ ，断裂伸长率不小于 4%。

(五)电性能

铝合金圆线在 20°C 时的电阻率应不大于 $0.0328\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$ ；

五、圆铜线

(一)圆铜线型号

软圆铜线型号为 TR，硬圆铜线型号为 TY，特硬圆铜线型号为 TYT。

(二)尺寸偏差

圆铜线标称直径的允许偏差应符合表 2-11 规定。圆铜线垂直于轴线的同一截面上测得的最大和最小直径之差，应不超过标称直径偏差的绝对值。

表 2-11 圆铜线的线径偏差

标称直径(mm)	允许偏差(mm)
0.020~0.025	±0.002
0.026~0.125	±0.003
0.126~0.400	±0.004
0.401~6.00	±1% d

表 2-12 圆铜线的力学性能

标称直径 (mm)	TR型	TY型		TYT型	
	伸长率 (%)	抗拉强度 (N/mm ²)	伸长率 (%)	抗拉强度 (N/mm ²)	伸长率 (%)
	不 小 于				
1.03	25	411	0.5	—	—
1.12	25	410	0.5	—	—
1.22	25	409	0.5	—	—
1.31	25	408	0.6	—	—
1.41	25	407	0.6	—	—)
1.50	25	406	0.6	446	0.6
1.56	25	405	0.6	445	0.6
1.60	25	404	0.6	445	0.6
1.70	25	403	0.6	444	0.6
1.76	25	403	0.7	443	0.7
1.83	25	402	0.7	442	0.7)
2.00	25	400	0.7	440	0.7
2.12	25	399	0.7	439	0.7
2.24	25	398	0.8	438	0.8
2.36	25	396	0.8	436	0.8
2.50	25	395	0.8	435	0.8
2.62	25	393	0.9	434	0.9
2.65	25	393	0.9	433	0.9
2.80	25	391	0.9	432	0.9
2.85	25	391	0.9	431	0.9
3.00	25	389	1.0	430	1.0
3.15	30	388	1.0	428	1.0
3.25	30	386	1.0	426	1.0
3.55	30	383	1.1	423	1.1
4.00	30	379	1.2	419	1.2
4.25	30	376	1.3	416	1.3
4.50	30	373	1.3	413	1.3
4.75	30	370	1.4	411	1.4
5.00	30	368	1.4	408	1.4

注：标称直径值介于表中所列紧邻两个数值之间时，采用较大标称直径值的相应性能。

(三)力学性能

圆铜线的力学性能应符合表 2-12 规定。

(四)电性能

圆铜线的电阻率应符合表 2-13 规定。

计算时, 20℃ 时的铜线密度为 $8.98\text{g}/\text{cm}^3$, 线膨胀系数为 $0.0000171/^\circ\text{C}$, 电阻温度系数 TR 型为 $0.003931/^\circ\text{C}$ TY、TYT 型标称直径 2.00mm 及以上为 $0.003811/^\circ\text{C}$, 标称直径 2.00mm 以下为 $0.003771/^\circ\text{C}$ 。

(五)外观

圆铜线表面应光洁, 不得有与良好工业产品不相称的任何缺陷。

表 2-13 圆铜线电阻率

型 号	电阻率 $\rho_{20}\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$ 不大于	
	2.00mm 以下	2.00mm 及以上
TR	0.017241	0.017241
TY、TYT	0.01796	0.01777

第三节 防 腐 剂

防腐钢芯铝绞线所用的防腐剂, 由光亮油或低压电缆油、天然橡胶、聚异丁烯(B_{15})、地腊(80°)、氧化锌、云母粉、石棉粉、乙炔碳黑、防老剂和加强剂等组成。一般情况下, 光亮油占 60% 左右, 它的作用是增加防腐剂的粘附性能。聚异丁烯对酸、碱、盐溶液和氧及溴氧有很好的耐蚀能力, 但它的防老化能力不好, 因此在防腐剂中加有防老剂

(常用防老剂丁); 加强剂有炭黑、氧化锌、石棉粉等, 炭黑还起提高防腐剂滴点的作用。氧化锌的作用是中和高聚物的游离脂肪酸, 生成锌盐, 提高防腐剂的不透水性能; 云母粉能增加耐化学药品性的功能。

一、防腐剂各项性能

防腐剂应符合表 2-14 指标要求, 具有较好的涂敷工艺性能、粘附性能和成膜性能。

二、防腐剂的加工过程

(一) 母片

表 2-14 防腐剂各项性能要求

项 目	单 位	指 标
滴 点	°C	>200
粘 附 性	%	>95
滴 流	110°C 两周	不滴
耐 寒 化	-5°C 30min	不裂
老 化	150°C 两周	弯曲不裂
水 溶 性	80°C 72h	<1
吸 湿	40°C % 48h	<1
盐 雾	°C 两周	不腐蚀

一定温度下, 在开放式混炼机上(或可行设备), 素炼数分钟, 再加入防老剂丁, 数分钟后加入切成小块的地腊, 素炼均匀后, 切片造粒。

(二) 涂料配制

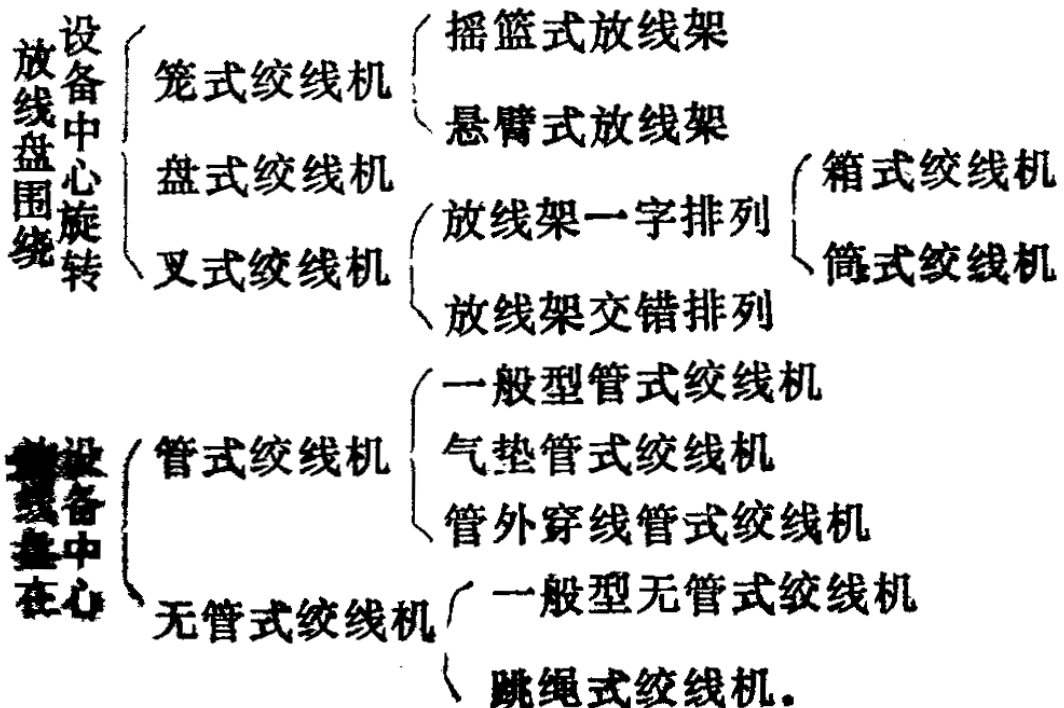
按配方的顺序, 先取一定量的光亮油, 加入母片, 逐渐加温, 温度达到120~130°C时开始恒温搅拌, 数小时后再加入炭黑、氧化锌、石棉粉、云母粉, 待料混合均匀后出罐。

第三章 绞合设备

第一节 绞合设备种类及基本结构

一、绞合设备种类

绞线机的种类很多，从结构上分有笼式、盘式、叉式、管式、筒式、无管式和跳绳式等绞线机；从绞合根数上分有7、12、18、24……54盘等绞线机；从放线盘直径大小分有200、400、500、560和600型绞线机；还可从有无退扭、传动方式、转数快慢等方面划分为不同类型的绞合设备。归纳起来绞合设备基本类型为两大类，一类是放线盘围绕设备中心旋转的，以笼式绞线机为代表的绞合设备；另一类是放线盘在设备的中心，而使单线围绕设备中心旋转，以管式绞线机为代表的绞合设备。各类绞合设备分类如下：



盘式绞线机与叉式绞线机是不退扭的；笼式、管式与无管式绞线机都是退扭的。

绞合设备按绞合产品层数和每层根数分，有一段、二段、三段、四段等，每段旋转方向是互不相同的，使绞合成的绞线各层绞向相反。绞合设备一般都是卧式安排的，因此占地都相当长，当然有些小型绞合设备也可采用立式。

二、绞合设备基本结构

绞合设备既然有不同段、不同盘数、不同放线盘直径，因此绞线机名称常把这几个因素表示出来。例如二段笼式绞线机，第一段有12个放线盘，第二段有18个放线盘，放线盘直径是400mm，这部绞线机就称为12+18盘400型二段笼式绞线机。管式绞线机一般都是一段的，例如6盘400mm直径放线盘的管式绞线机，就称为6盘400型管式绞线机。

绞合设备主要组成部分有：

放线部分：这部分是绞合设备的主体，放线盘比较多，占设备整体的大部分。

牵引装置：是绞合设备的拖动部分，有单牵引和双牵引两种型式，现在大多采用双牵引。

收线装置：有单独拖动的力矩电机收线，也有机械传动的收线和滑车式收线。

拖动系统：系指用电动机来带动机械运动的系统。

此外，还有定长计米器，电气、液压、气压控制装置和分线板、压模、压型、预扭、绕包、自动停车等装置。

在研究绞合设备时，重点应放在绞线机的放线部分，同时也应对绞合设备的其它部分有较完整的了解，图3-1为一

台两段笼式绞线机的结构简图。

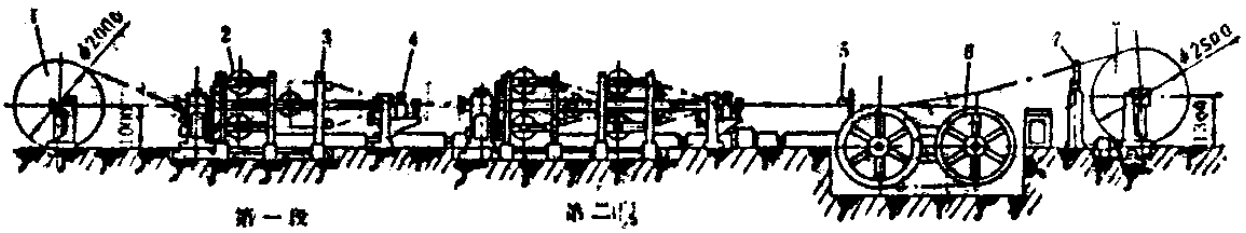


图 3-1 笼式绞线机结构简图

1—中心单线放线盘 2—笼内放线盘 3—绞笼 4—并线模
5—计米器 6—牵引轮 7—排线装置 8—收线盘

绞线机生产的绞线规格比较大，绞合时除中心一根单线外，其余单线的放线盘都放在放线部分，通过它的旋转使单线围绕中心单线形成绞层。根据绞线的层数和每层单线根数，一般绞线机设有几个分别旋转的放线部分，使之制成各层绞向不同的绞线，这对生产同心层绞的绞合产品尤为合适。

第二节 绞线机的放线部分

放线部分是绞线机的主体，放线盘围绕设备中心旋转的绞合设备有笼式、盘式和叉式各类绞线机。管式和无管式绞线机的收线盘是安装在设备中心，而把单线引出来围绕中心单线旋转，所以设备旋转力矩要比前一类小得多，转动速度可以大大加快。习惯上把前一类称为低速绞线机，后者称为高速绞线机。绞线机出线速度取决于放线部分。

一、笼式绞线机的放线部分

笼式绞线机的放线部分是一种笼形的结构件，通称绞笼。它由中央空心轴、绞笼大圈、回转圈、放线架等组成。根据需要可分别组成6盘、12盘、18盘、24盘等绞笼。由于每个绞笼可以作任一方向的转动，因而可以绞成各层不同绞向的绞线，也可使各绞笼在同一方向并同步旋转运动，可以绞合更多根数的绞层。绞笼需要旋转，各单线由绞笼中放出，因绞笼大圈直径大，轴承支撑不能解决，故采用支撑轮托起办法。但在空心轴的端部，在不妨碍单线放线的地方还是可以采用一般轴承，这样可以使绞笼稳定旋转。

笼式绞线机的放线架，常见的筐形线架，通称线框。这种放线架比较简单，既能容纳线盘，又对绞笼起结构性作用。

笼式绞线机是可以使单线退扭的，因为在绞笼侧面有一套退扭机构，但如把放线架固定在绞笼的大圈上，绞合出的绞线就是不退扭的，最好采用齿轮退扭。

构成退扭条件，可以采用齿轮连接办法。这种方法比较复杂，但却可以达到完全退扭或不完全退扭的目的，如图3-2所示。图中 Z_1 是固定在放线架轴端的齿轮， Z_3 是固定在空心轴轴承上的齿轮，其间用齿轮 Z_2 连接。由于 Z_3 不作旋转，当 Z_1 和 Z_3 的齿数相同时， Z_1 就经常保持固定的方位，使单线达到退扭。齿轮 Z_2 仅起到“过桥”作用，不影响 Z_1 和 Z_3 的转数关系。齿轮的齿数必须是奇数，否则 Z_1 的转向不对。

为使绞笼上的放线盘在旋转中保持水平，达到完全退扭，在绞笼转数不高时，可以利用放线架和放线盘的重力作

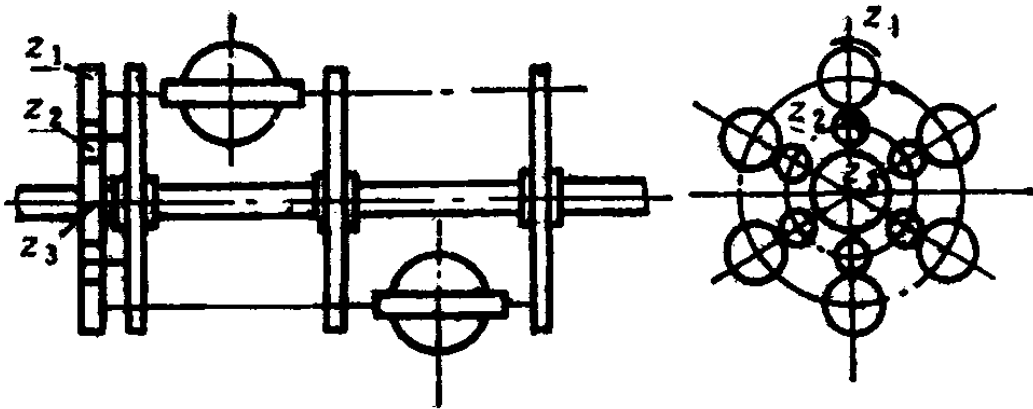


图 3-2 齿轮传动退扭

用，造成放线架的重心在放线架轴线以下，但这种方法不可靠。

退扭机构一般只在绞笼的一端，在多段绞笼中，要使退扭运动可以传递到每个放线架上还要利用中间过渡齿轮，并利用放线架两端固定的齿轮来传递退扭运动。

二、框式及叉式绞线机的放线部分

框式绞线机及叉式绞线机的放线部分与笼式绞线机的绞笼相似，但构不成笼状。框式绞线机的线盘是采用顶尖夹紧，一排固定顶尖及相对应的一排活动顶尖等分的装在空心轴上的两圆盘之间。叉式绞线机的各个放线架紧固在空心轴上。两者放线部分都比较简单，但不能进行退扭。其中叉式绞线机的放线架距中心轴很近，转动惯性小，离心力也小，因而叉式绞线机的速度可以提高很多。

框式、叉式绞线机可以分成若干段，各有不同旋转方向以实现各绞层的不同绞向，也可使各段同方向同步转动，绞合更多根数的绞层。

叉式绞线机因其放线架像叉子一样紧固在空心轴上而得

名，又因其放线架在空心轴上辐射出来，如同星斗，故可称为星式绞线机。

叉式绞线机的放线架有各种不同的固定方法。有垂直于中心轴面上而又等分的放置三个或四个放线架，这种放线架是互相交错地排列。另一种是把各个放线架一字排列在空心轴上，它虽然更换线盘较方便，但占地面积大。

放线盘一字排列的叉式放线部分也是做成6、12、18、24盘等单段，有的用圆筒围在放线架外面，这就是箱式绞线机。各种叉式绞线机的放线架也可做成悬臂式。

三、管式及无管式绞线机的放线部分

(一)管式绞线机放线部分

管式绞线机放线部分的外形是个管筒，一般称为管体或筒体。管式绞线机一般都只有一个管体，放线盘数有6、8、12、18个等。管式绞线机的放线盘和笼式绞线机一样，有200、400、500mm等不同盘径。图3-3是管式绞线机结构简图。

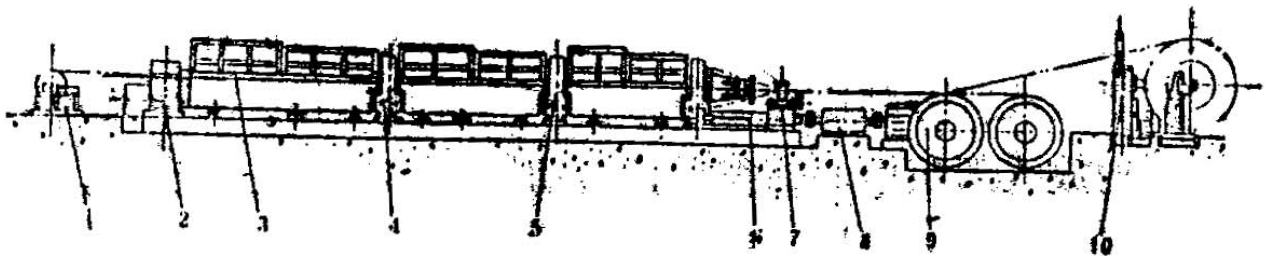


图 3-3 管式绞线机结构简图

1—放线架 2—车头箱 3—防护罩 4—托轮 5—制动器
6—传动轴 7—线模座 8—牵引牙箱 9—牵引轮 10—收排线架

管式绞线机与笼式绞线机各有特点：

1. 从生产范围看，笼式绞线机大，放线盘可以放得比较多，一次可以绞成多根数的绞线。管式绞线机最多只能做6+12+18根层，而且需分多次绞合。

2. 从速度上看，笼式绞线机由于放线盘放在中心轴的四周，离心力较大，速度不能大高，一般每分钟只有几十转，最高也只有250转左右。管式绞线机由于放线盘放在中心轴线上，由管体带着单线转动，离心力小，而且分布均匀，转数高，有的可达每分钟数千转。

3. 从占地面积看，笼式绞线机几个放线盘放在一个垂直于主轴的平面上；管式绞线机的放线盘一字排列，两种绞线机在同样数目、同样大小放线盘的情况下，虽然管式绞线机占地长，但宽度小，高度也不大。

4. 从绞线质量看，笼式绞线机的单线直接引向压模，中间所受应力较小。管式绞线机单线是沿管体通过的，受一定的扭转，质量不如笼式绞线机好。图3-4是管式绞线机单线在管体内通过的示意图。

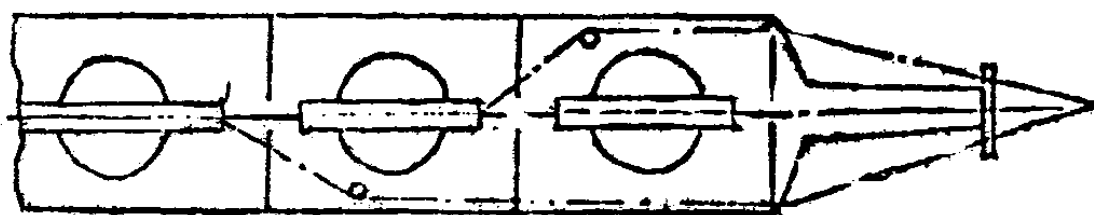


图 3-4 单线通过管绞机示意图

(二)无管式绞线机

管式绞线机管体动态平衡非常重要。为了减轻管体的重量，减小转动惯性，有的放线部分去掉管体而在每个支撑处

加以同步拖动，这种类型的称无管式绞线机，它的转速较管式绞线机高。

无管式绞线机也有不同型式。单线跨过其它线盘时，没有任何支撑的无管式绞线机放线部分见图 3-5。放线部分的

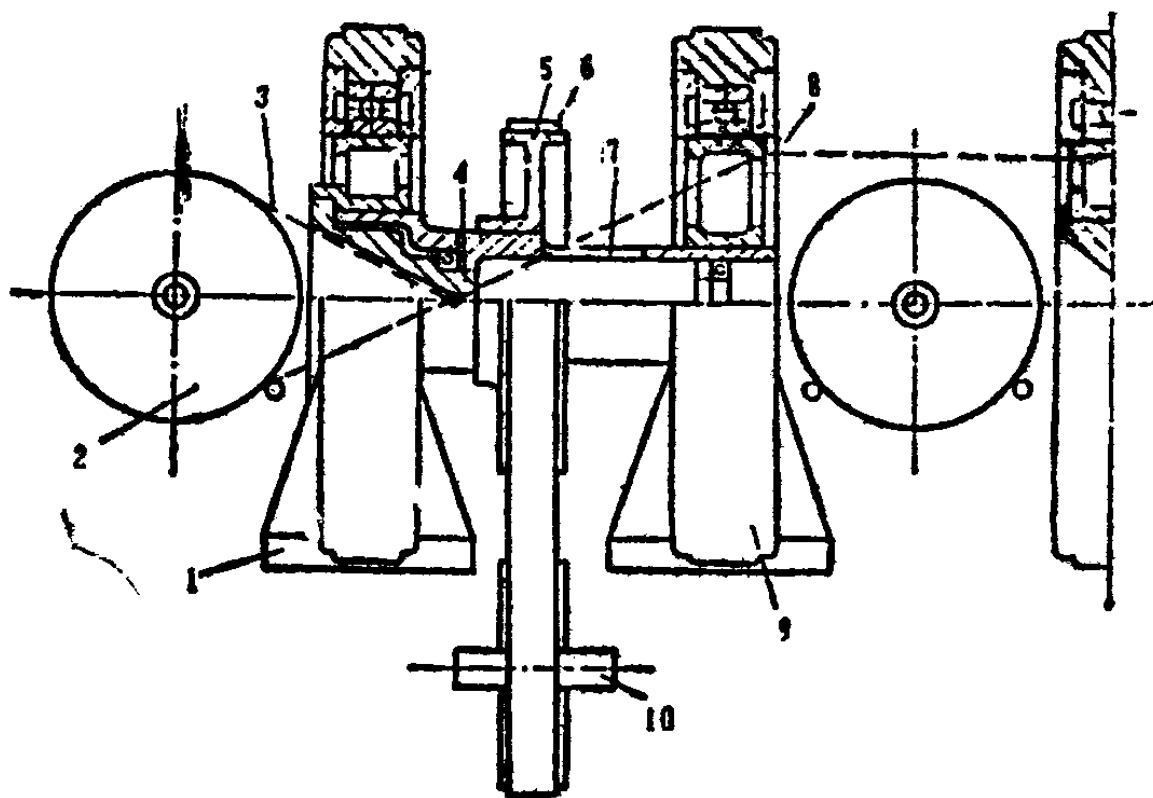


图 3-5 无管式绞线放线部分的段

- 1—底座 2—放线盘 3—单线 4—穿线孔 5—齿形带轮
6—齿形皮带 7—回转体 8—法兰 9—支架 10—主传动轴

转数由主传动轴传动，并要保证各个传动部分回转体的同步转动，各线盘位于两回转体的中间，单线的穿线与管式绞线机相似。如果把单线从中心孔通过摇杆而不是悬空，则容易控制单线的走向，这样设计的称为跳绳式无管绞线机，如图 3-6 所示。

管式绞线机线盘上下都得从管体窗口放入和取出，无管式绞线机也是如此，但不受管体窗口位置限制，上下线盘要

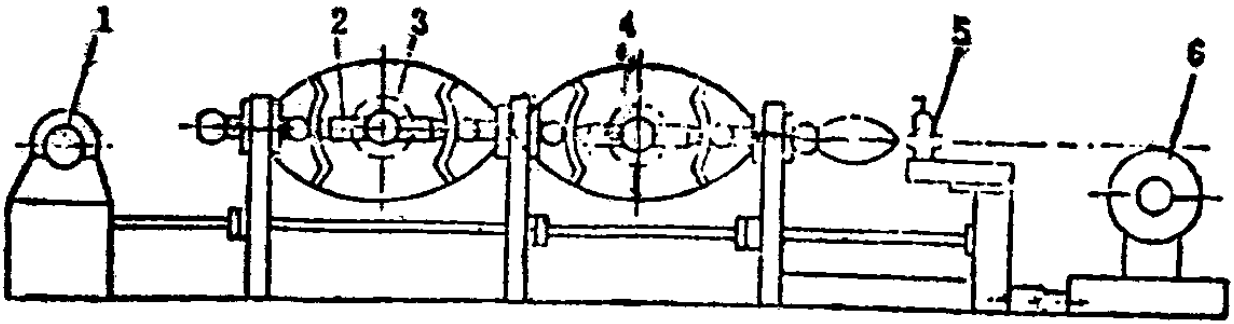


图 3-6 跳绳式无管绞线机

1—中心放线 2—摇篮 3—放线盘 4—摇杆 5—并线模 6—牵引轮

方便得多。管式绞线机从穿线形式上还可区分两种，一种是管内穿线，一种是管外穿线，图 3-7 是管外穿线式管绞机，

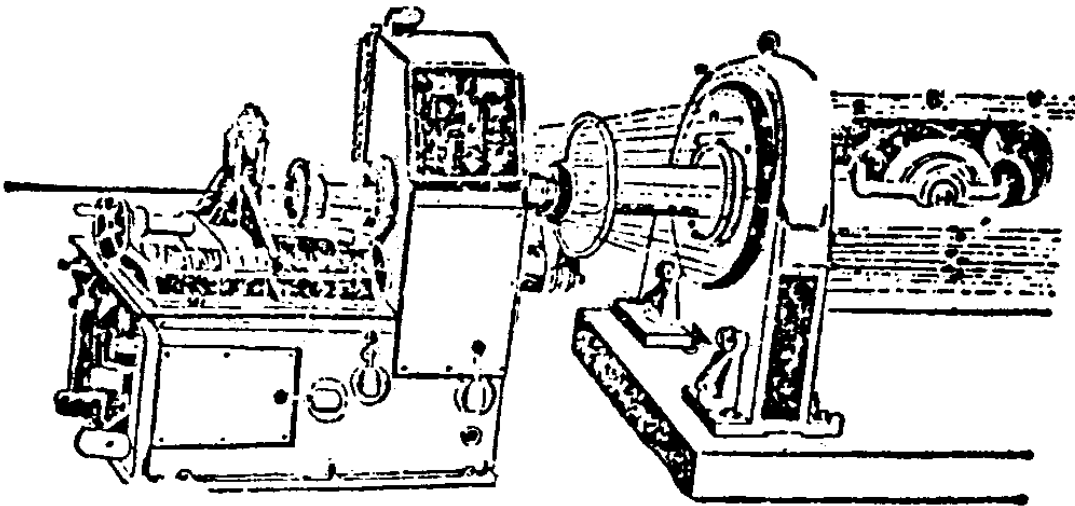


图 3-7 管外穿线式管绞机

它可以缩小管体的尺寸，减小转动惯性，提高管体的转数。

第三节 绞线机的牵引及收排线装置

一、牵引装置

牵引装置的主要作用是绞线机的拖动部分，是使绞线机构成绞合条件之一的直线运动。牵引装置有圆形牵引轮和履

带式牵引装置两种。前者结构简单，在绞线机上用得最普遍，后者在绞线机上的应用很少。牵引轮有以下两种形式。

(一)单牵引轮

这是常见的一种形式，如图 3-8 所示。

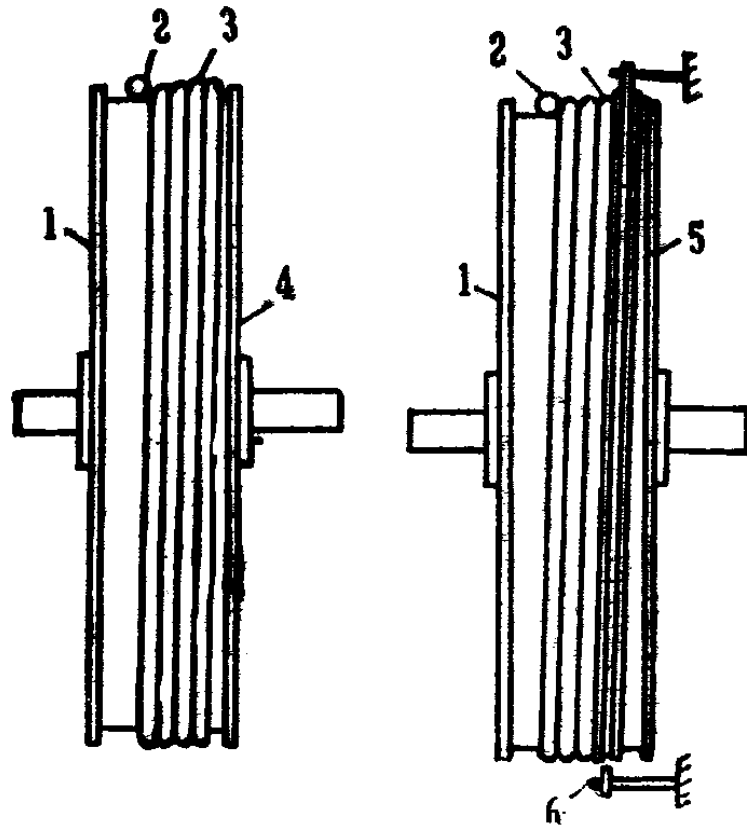


图3-8 单牵引轮

1-牵引轮 2-绞线 3,引出绞线 4-分线板 5-分线环 6-导向轮

它包括有牵引轮、分线设施及传动部份。一般单牵引轮象皮带轮一样，有的将轮面做成有微小斜度。牵引轮的分线板或分线环是一种拨线设施，使后面绕到轮面上的绞线不与先绕在轮面上的重叠。一般牵引轮直径约为绞线的15~40倍，当然倍数越大越好。牵引轮外径有800、1200、1500、2000mm等多种。单牵引不论是采用分线板或是分线环，都迫使绞线在轮面上平移，不可避免的会产生绞线与轮面间有摩擦，对于绞线质量、圆整性和绞合性能都不利，鉴于上述单

牵引轮的缺点，现在大多采用双牵引轮。

(二)双牵引轮

双牵引轮外径与单牵引轮大多都一样，它一般都是两个轮外径一样大，也有一大一小的。双牵引轮有的两个轮都有动力，有的一个有动力，一个无动力。图 3-9 是双牵引轮示意图。

双牵引轮一般都有 4~8 个槽，这样在一个轮面上的绞线互不挤压，在槽内又有很好的接触。与单牵引轮相比，具有分线可靠，不伤害绞线表面，对绞线圆整度、绞合性能影响极小，但双牵引轮占地面积大，传动也比单牵引轮麻烦。

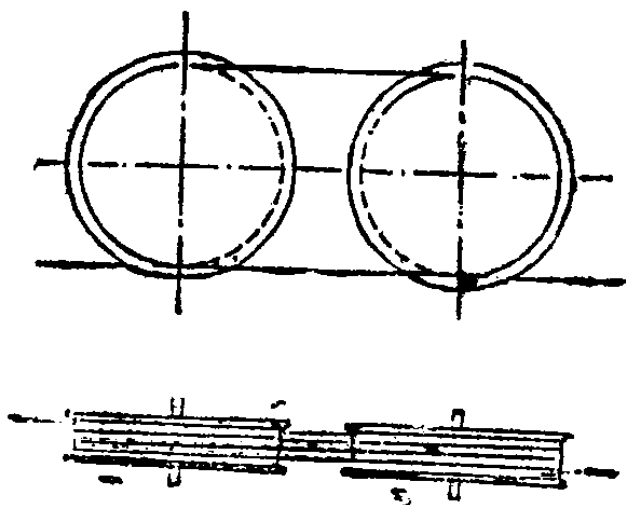


图 3-9 双牵引轮

二、收排线装置

(一)收线装置

绞线机的收线盘比放线盘大得多，直径一般在 400~2000 mm。所以收线架的大小，要适应收线盘的直径。收线盘本身就较重，绕满线后更重，由于装卸比较困难，所以收线架都设计有上下盘的装置，一般都采用机械办法，用螺杆带动支撑螺母使线盘升降，螺杆转动一般都采用专用电机拖动。

(二)排线装置

不同规格绞线外径也不同，要想使绞线平整、有序地绕在收线盘里，使它既不重叠，又不留空隙，保证绞线质量，

充分利用线盘容量，排线就是一个重要问题。

排线装置包括传动系统和排线宽度调节系统。为使收线盘中心轴平行做排线运动，一般由收线架的传动系统带动，经排线宽度调节装置传到排线杆，然后通过排线杆上的导轮将绞线引到收线盘里。

排线装置调节排线的宽度有两种方法：一种是采用螺杆（螺杆转数是分级的）调节，但排线宽度不能完全满足各种绞线外径的要求。另一种是采用光杆排线机构，它的排线宽度是无级的，适用性好。但传动的圆形滑环尺寸必须精确。

第四节 束 线 机

制造绞线或绞合线芯，除采用绞合工艺外，还有一些产品，主要是小规格的软线芯和复绞线的股线常采用束合工艺。束合，也称束制，它与绞合工艺基本相同，但使用的束线机与绞线机不同。束线机的主体是收线部分，所以束线机的类型常以收线部分的不同形式而命名。

一、束线机分类

（一）按束线节距划分

有单节距束线机和双节距束线机两种。单节距束线机大多采用收线盘架转动的形式，双节距束线机大多采用浮动收线盘，利用回转体转动造成束线节距。

（二）按束线的头数划分

有单头束线机和多头束线机两种。

（三）按设备布置划分

有立式、卧式两种。

(四)接收线盘直径大小划分

有200、315、400型或更大直径收线盘。从目前应用和发展上看，立式和单节距束线机已不多见，因为立式束线机只束较细的单线，设备重心较高，设备基础不稳固，转速也低，但占地面积小。单节距束线机转动惯性很大，转速较低，生产效率要比双节距束线机在同样条件下低一倍，并无推广价值。因此，目前应用的束线机大都采用是单头、双节距、回转体转动的卧式束线设备。图3-10是双节距束线机示意图。

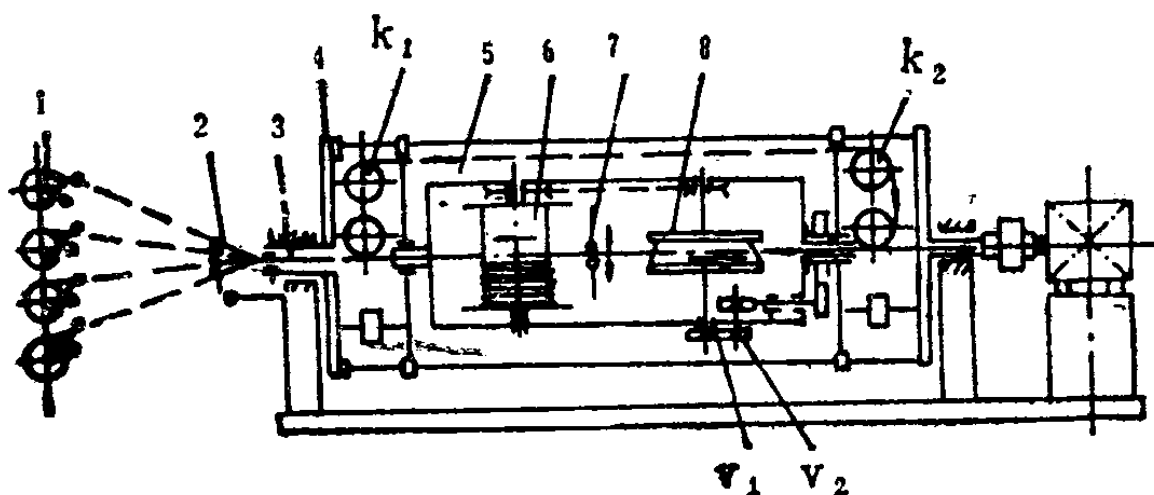


图 3-10 双节距束线机示意图

1—放线盘 2—分线板 3—空心轴 4—摇臂 5—摇篮
6—收线盘 7—排线杆 8—牵引轮

二、双节距束线机

(一)放线部分

单线常采用从放线架上各放线盘直接拉出的办法，放线盘支撑在轴承上，放线盘愈轻，轴承愈灵活，放线就比较容

易。高速束线机的放线，又常采用从放线盘顶部抽出来的办法，即越端式放线法。越端式放线，是线盘静止不动，单线从放线盘顶端放出，单线成螺旋状甩出。为避免单线和线盘的边缘摩擦，可以用滑环机构和拨杆调节。

(二)收线部分

双节距束线机的收线盘在摇篮内有纵向放置和横向放置两种。线盘纵向放置时，束线直接通过牵引轮和排线杆收绕到线盘，束线行程及转折较少，但上下线盘不方便。线盘横向放置时，收线盘中心轴和设备主轴重合或互相平行。好处是上下线盘较为方便，但束线需在排线杆上转折后再绕到收线盘上。

双节距束线机的特点是转动速度快、生产效率高。目前最先进的束线机回转体最高转数可达 3600r/min 每分钟可束制 7200 个节距。

双节距束线机收线部分的主要部件有回转体、牵引及排线、收线等装置。

1. 回转体：以摇篮作为回转体的单节距束线机，因摇篮较重，相对的转数就不能太高。在双节距束线机中，摇篮是浮在机架中，束线的节距是利用杆形回转体产生的，重量轻，旋转惯性小，因此，便可使其转速提高。

常见的双节距束线机的回转体转速每分钟可达 2000~3600 转，其结构如图 3-11。

回转弓式和导线管式回转体都需从两侧传动，而且转速须完全同步，因而传动机构较为复杂。图 3-12 是这类束线机的传动图。

2. 牵引及排线、收线装置：双节距束线机的牵引、排

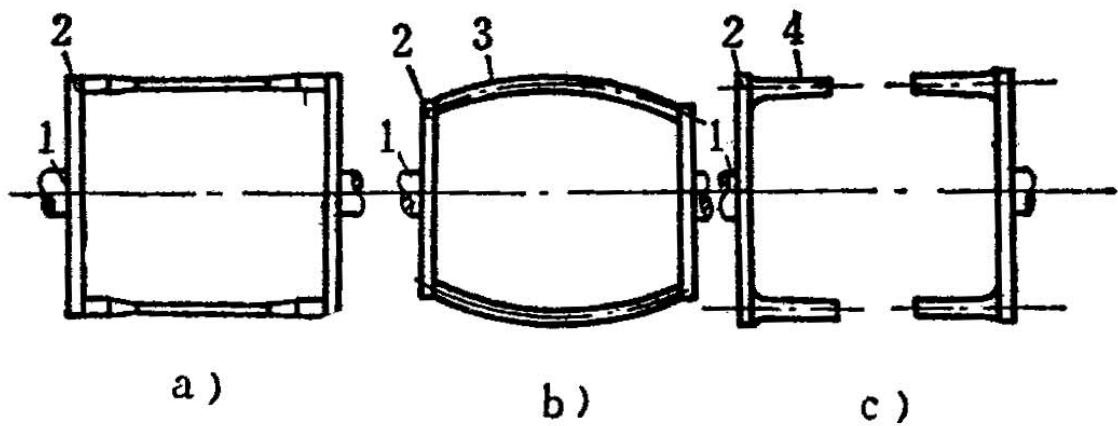


图 3-11 双节距回转体形式

a 摇杆式 b 回转弓式 c 导线管式

1—气轴 2—摇臂 3—回转弓 4—导线管

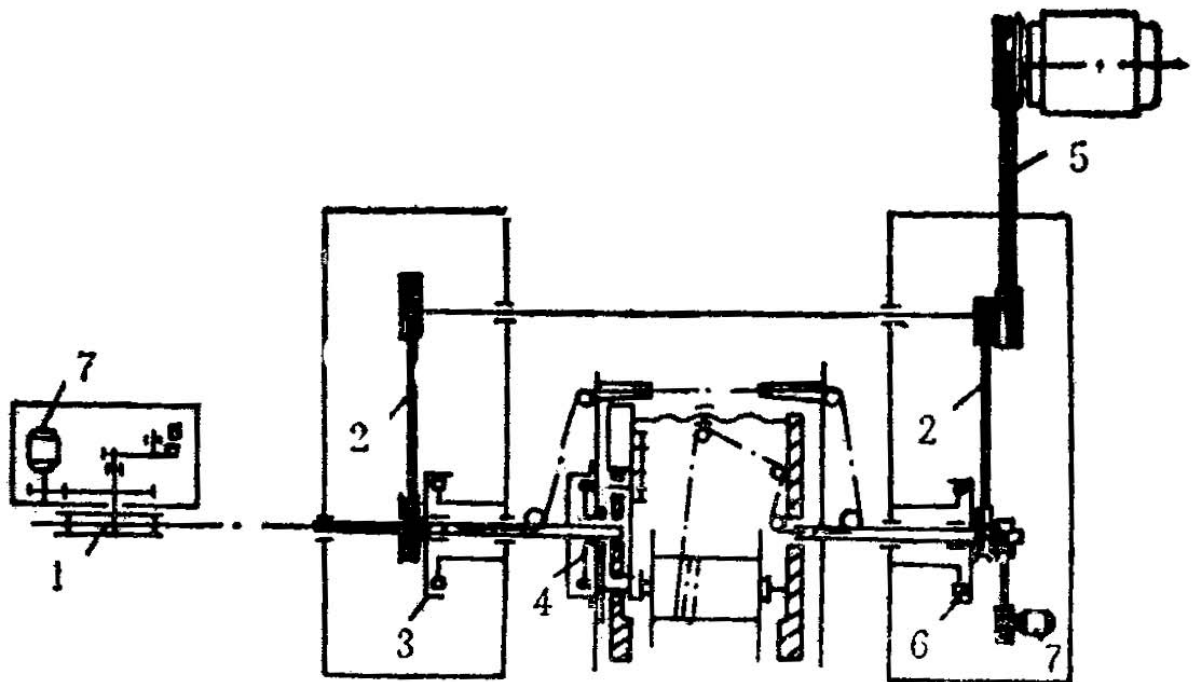


图 3-12 头节距束线机的一种传动方式

1—计米器 2—齿形皮带 3、6—涡流制动器电磁

4—滑差离合器 5—拖动皮带 7—测器电机

线及收线机构，常放在浮动的摇篮里，要求愈紧凑愈好，以便缩小整个收线部分的尺寸，为提高回转体的转速创造条

件。

收线盘的支撑，大多采用无轴的顶针式，以利于上下线盘的机械化和自动化。

排线机构和绞线机的方法相同，有螺杆和光杆两种。单向或反正螺纹作排线杆时，需要有变换排线节距的设施。为了保证转速，各部件力求小巧而紧凑。光杆排线在改变节距时不需复杂的传动机构，有利于缩小体积。

束线节距的长度，取决于束线牵引线速与回转体的转速。回转体的转速是固定的，在用机械牵引时，摇篮就必须设置有改变牵引轮转速的变换齿轮，这样摇篮和束线机的体积也将增大，生产效率受到一定影响。牵引装置也有利用测速电机和电磁滑差离合器作为束线节距长度调整系统，不必在摇篮中放置牵引轮及变速装置。

图 3-13 为爪式电磁滑差离合器。

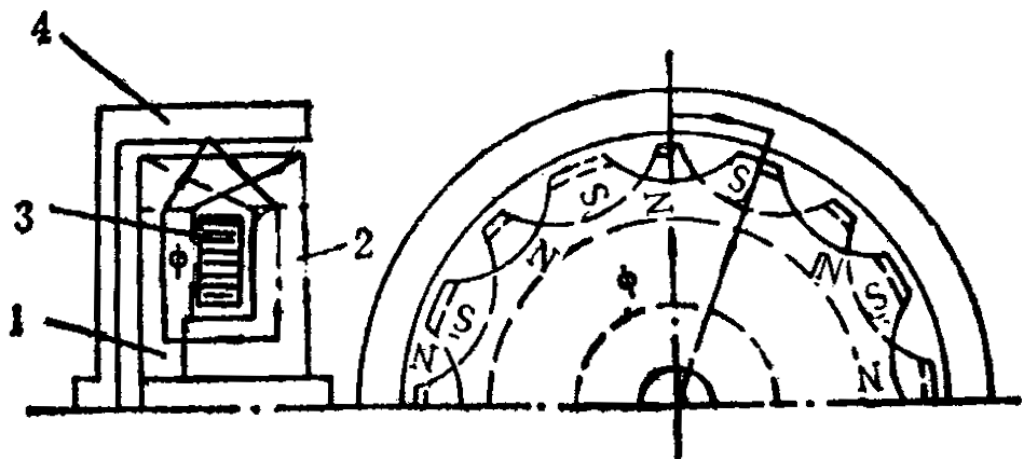


图 3-13 爪式电磁滑差离合器

1、2—左右磁极 3—励磁线圈 4—外电枢

采用电磁滑差离合器保持束线节距长度的控制原理如图 3-14 所示。

电磁滑差离合器装在收线盘之前，在计米装置和左侧机

架内都装有测速发电机。束制前先按束线节距要求给以长度信号；在束制过程中，如束线的节距长度出现变化，调整节距的输出信号就反馈到励磁线圈，自动控制束线节距长度不变，可以无级调整束线节距长度

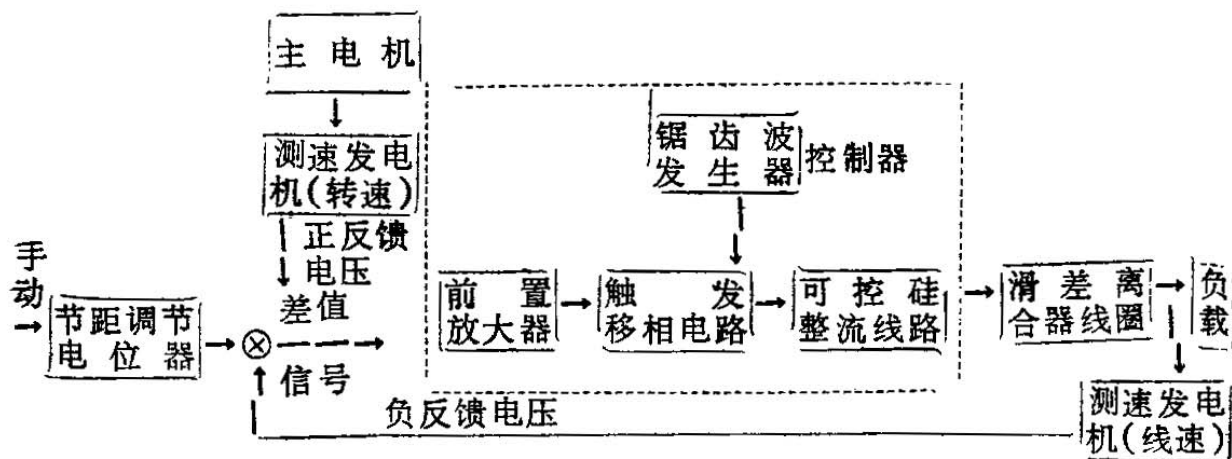


图 3-14 电磁滑差离合器控制原理图