



全国送电线路杆型会议技术资料

3

钢筋混凝土电杆的制造

全国送电线路杆型会议秘书处编

水利电力出版社

內 容 提 要

本書介紹了35及110千伏送電綫路鋼筋混凝土電杆的製造規格選定和
離心力攪制電杆問題。

本書可供從事鋼筋混凝土電杆設計和製造的工作人員參考。

鋼筋混凝土電杆的製造

全國送電綫路杆型會議秘書處編

*

2101D606

水利電力出版社出版（北京西郊科學路二里內）

北京市書刊出版業營業許可證出字第105號

水利電力出版社印刷廠排印 新華書店發行

*

787×1092 $\frac{1}{32}$ 開本 * $\frac{1}{32}$ 印張 * 14千字

1959年7月北京第1版

1959年7月北京第1次印刷(0001—1,650冊)

統一書號：15143·1678 定價(第9類)0.11元

目 录

- 一、鋼筋混凝土电杆制造規格的选定 2
- 二、离心法制造鋼筋混凝土电杆的一些問題 8
- 三、建設簡易鋼筋混凝土电杆車間的經驗 18

一、鋼筋混凝土电杆制造規格的选定

全国送电线路杆型會議制造規格專題小組

根据全国送电线路杆型會議选定的杆型，对制造 35~110 千伏线路鋼筋混凝土电杆的各项規格，作了初步的选择如下。

I 电杆分段

1. $\phi 300$ 公厘等徑杆分段

根据110千伏线路电杆高度21公尺，选择4.5、6、9公尺三种分段，已經滿足設計要求。例如：

平地采用 $2 \times 6 + 9 = 21$ 公尺。

山地采用 $2 \times 6 + 2 \times 4.5 = 21$ 公尺，

或 $3 \times 4.5 + 6 = 19.5$ 公尺。

无需增加7.5公尺一种。

接头方式采用焊接及法兰两种。

2. 錐型杆的分段

錐型杆根部截面大，合乎不带拉线电杆的要求，但在分段装配上不及等徑杆灵活。因为等徑杆可以上下互換，模具不受限制，接头也只有一种規格，錐型杆的分段，則受杆模和接头限制。

1) 圓錐度采用1/75。这样，不但現有各制造厂一致，而且新建线路和已有线路也一致。

2) 梢徑采用 $\phi 190$ 与 $\phi 230$ 公厘两种，如长度不够杆模向根部順延。

3) 分段方法根据需要选用以下各种:

(1) 梢徑 $\phi 190$ 公厘, 15 公尺杆平地用整杆, 不分段, 见图 1;

(2) 梢徑 $\phi 190$ 公厘, 15 公尺杆山地分二段 $8.3+6.7$, 见图 2;

(3) 梢徑 $\phi 190$ 公厘, 18 公尺杆平地分二段 $10+8$, 见图 3;

(4) 梢徑 $\phi 190$ 公厘, 18 公尺杆山地分三段 $8.3+6.7+3$, 见图 4;

(5) 梢徑 $\phi 190$ 公厘, 20 公尺杆平地分二段 $10+10$, 见图 5 (新做鋼模可以采用此法);

(6) 梢徑 $\phi 190$ 公厘, 20 公尺杆山地分三段 $8.3+6.7+5$, 见图 6;

(7) 梢徑 $\phi 230$ 公厘, 20 公尺杆平地用分二段 $12+8$, 见图 7;

(8) 梢徑 $\phi 230$ 公厘, 18 公尺杆山地用分三段 $7+5+6$, 见图 8。

第(4)种分段的缺点是第三段为 3 公尺, 一般单杆埋深在 3

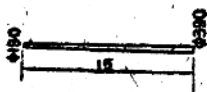


图 1

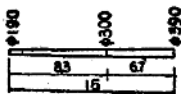


图 2

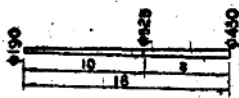


图 3

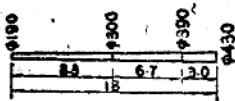


图 4

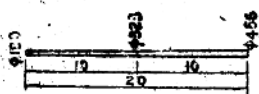


图 5

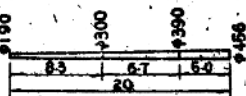


图 6

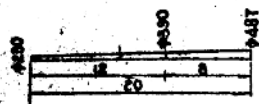


图 7

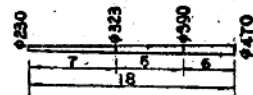


图 8

公尺左右，接头正在地面，容易锈蚀，施工后必须用 1:2 水泥砂浆浇灌。其优点是可以与 (2)、(6) 两种互换调剂电杆的长短，同时在模具应用、接头规格方面，可以减少一种。

第 (8) 种分段的第一段采用 7 公尺不用 6 公尺，是因为“上”字形的下导线横担正装在 6 公尺附近，接头必须让开。

35 千伏电杆低于 15 公尺者，以采用整杆为主，如必须分段时，可以分为二段：第一段保持 8.3 公尺，变动第二段尺寸。

II 电杆构造的选定

1. 地线顶架装置方法 增加一根钢管，用穿钉架地线方式，取消杆顶螺栓及架横担钢板装置。

2. 接地装置 杆顶接地不用接地螺母，利用架地线穿钉孔的钢管接地；它与主筋必须焊接良好。

电杆根部接地仍用接地螺母，以往用 $\phi 12$ 公厘接地螺栓，运行单位反映检修时螺栓有断掉的，改用 $\phi 16$ 公厘。

接地螺母距根端尺寸暂定为两种：带拉线杆 2.7 公尺，单杆 3.7 公尺。

3. 螺栓预留孔的钢管位置，在新编制典型设计中应力求一

致，并尽可能减少。

4. 螺旋筋与水平鋼箍 內水平鋼箍間距50公分，外螺旋筋間距不小于4公分。典型設計时螺旋筋間距种类应尽量减少。

外水平鋼箍改用螺旋筋問題，应该尽快研究，这是提高制造厂生产效率的关键之一。外水平鋼箍的制造，要经过制圈、对焊敲平敲圆、套圈焊接等工序，一根15公尺錐型电杆，水平箍間距6公分，要用250个箍，每个箍的直径相差不到1公厘，工作困难，效率不高。如用螺旋筋則盘上就行，省許多工序。但是左旋和右旋对受扭究有多大影响，还未能掌握。

5. 混凝土标号 混凝土一般采用300号；如有特殊经济价值，且供应可能时，可以提高为400号。

6. 脚釘和脚釘母要多耗很多鋼材，提高造价，在典型設計中不作規定，可根据各地区的具体条件和要求来决定。

7. 配筋方面，在杆型設計时，尽可能用吨-公尺表示，并包括配筋图，使电杆逐步商品化。

III 主杆接头

以往使用过許多种主杆接头，給施工、制造造成很大困难，经过几年的制造和施工經驗，認為还是以电焊接头与外法兰接头这两种最好。

1. 电焊接头 在主筋上焊一鋼圈与主杆澆在一起，現場用电焊(或气焊)连接起来。见图9。

这种接头的特点：1)消耗鋼材少，制造方便，仅在主筋上焊鋼圈即可；2)現場连接方便，主杆容易平直；3)由于接头是在現場用焊接(电焊或气焊)连接，因此現場必須有电焊气焊設備。目前有些地区电源和氧气較缺乏，使用有一些問題，因此它較适

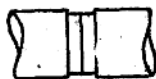


图9

宜用在平地。

2. 法兰接头 預先做好法兰盘，焊在主杆上，現場用螺栓連接。

1) 外法兰 法兰盘直徑較主杆直徑大，有鑄鋼法兰及鋼板法兰两种。

(1) 鑄鋼法兰 法兰盘系用鑄鋼澆成，后焊在主筋上，与主杆澆在一起。見图10。

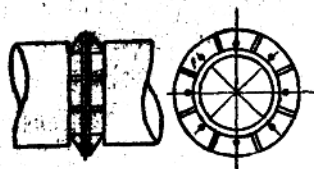


图 10

其特点：①法兰盘系一次鑄成，加工方便，生产效率高，質量容易保証；②消耗鋼材較多，造价較高；③目前有些地区因沒有鑄造設備，不易制造。

(2) 鋼板法兰 法兰盘系用鋼板焊接而成，見图11。

其特点：①整个法兰系用鋼板焊成，电焊工作量較大，加工費用較多；②焊接后鋼板产生变形，現場組裝时主杆不易平直，需要加垫板；③能解决既要用法兰而又无鑄造設備的困难。

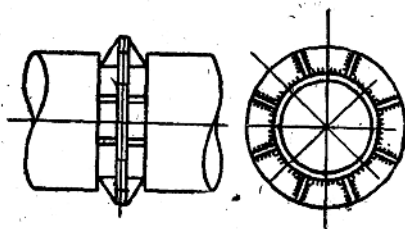


图 11

2) 鋼板內法兰 法兰盘直徑較主杆直徑

小，一般用于錐形电杆，法兰盘亦用鋼板焊接而成。見图12。

其特点：①可以解决制造厂用长鋼模生产短电杆的問題，提高了模具利用率；②制造焊接工作量較大，可考虑改为鑄造；③法兰盘直徑較小，螺栓数量多，安装时要特制螺絲扳子

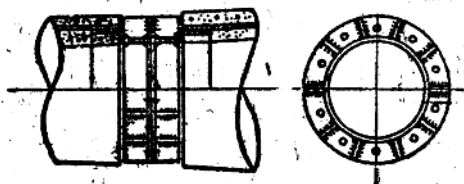


图 12

才能撑紧螺栓，这一点很重要，必须注意。

此种法兰虽缺点较多，但目前还未出现较好的内法兰方案时，仍然可以采用，待今后新方案研究成功后再加改进。

法兰盘接头和电焊接头比较时，在山区采用法兰盘接头比较合适，如能解决电源和气焊问题，此种接头有它的推广价值。

除以上选定的两种接头方案外，其他几种接头不推荐使用，分析如下：

(1) 小块钢板法兰

此法兰系用小块钢板焊接而成，虽然可以节省一些钢材，但焊接后变形很大，现场安装后主杆不直，不宜使用。见图 13。

(2) 钢板锯齿形法兰

消耗材料较铸钢法兰少，比焊接钢圈费，起内法兰作用，但制造和安



图 13

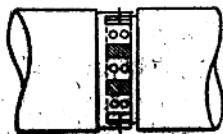


图 14

装均很困难，锯齿部分要用氧气割切，而切下之小块材料不能利用。安装好以后中间要填混凝土，否则受力不好。见图 14。

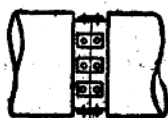


图 15

(3) 鋼圈法兰

此种接头虽省一些鋼材，亦起內法兰作用；但安装不方便，更不好的是运行中将无法更換损坏了的螺栓。见图15。

以上两种法兰經討論后不推荐，但仍可繼續研究改进。

二、离心法制造钢筋混凝土电杆的一些問題

水利电力部北京修造厂

水泥电杆生产迄今近六年之久，生产方式主要手工操作与半机械化操作，随着祖国飞跃进展，作为电力先行工业的水泥电杆工业，旧的生产方式远不能适应祖国跃进的需要，必須保守、突飞猛进地大跃进地前进，在党提出的社会主义建設总路綫的鼓舞下，全国各地涌現出无数新产品、新技术及先进操作方法，我們也同样的在学先进、赶先进，特别是大搞羣众运动开展技术革命，土洋結合，羣众智慧奔放的情况下，改进了管理方法，消灭了主要工序的笨重体力劳动，如机械盘綫代替手工，点焊代替电焊，机械灌注代替手工等，但这点滴改进远不能赶上祖国发展速度的需要，在質量上也不能尽善尽美。我們还是在摸索学习阶段，为了水泥杆生产全面大跃进，全国綫路杆型会議預备会决定由北京修造厂收集南京、西安、长春各厂的資料，現將已收到的及我們初步探索的不成熟的經驗汇集起来，供互相学习和参考。

I 鋼筋骨架盤綫機

骨架盤綫聯合機的試制成功是在黨委提出“學先進、趕先進”和車間提出的“超西安、趕南京”的口號鼓舞下展開了轟轟烈烈的技術革命，發揮了敢想、敢說、敢干的共產主義風格，經過兩個月的時間試制成功。

開始試制時，困難很多，缺乏工具，缺乏材料，更重要的是不能影響生產任務，況且這種機器又無資料可考，大家文化水平低，技術知識又貧乏，這都是實際的問題。但是，在一邊研究一邊干，不必要加工的便不加工，工具沒有用別的代替，缺材料就到廢料堆里去找。為了保證生產，利用全部業餘時間搞，不占一分一秒的工作時間。根據實際需要和經驗，經過兩個月苦戰終於在1958年11月試制成功了。繁重的人力盤綫問題已完全解決，提高了工作效率和質量，節省了人工。以前正常速度盤9公尺的骨架需要4個人盤5分鐘。現在只需1個人盤1.5分鐘而且盤得比以前緊而勻，從無鬆動現象，因此提高了工程質量降低了產品造價。由於試制所需的一切材料全是由廢料堆里找的，製造又都是占業餘時間，所以造價約計只有100元左右。

骨架盤綫聯合機結構簡單，操作方便，無需專門操作室，操作時只需一個人即可。操作程序為：

- (1) 將盤條先盤在轉筒上。
- (2) 將骨架送入機口把骨架一端放在滑動平台上的小平車上(小平車是活動的，可在平台上自由活動)。
- (3) 把骨架與小平車連結牢固。
- (4) 把小平車卡緊在鋼絲繩上，以便小平車拖着骨架隨鋼絲繩滑動。

(5) 根据需要的盘条間距調整变速輪，一級为 100 公厘；二級为 80 公厘；三級为 60 公厘(螺旋的間距)。

(6) 将盘条头固定在骨架的头上。

(7) 開車后随着机器轉动小平車自动拖着骨架向前滑动。

(8) 盘完后剪断盘条把已盘在骨架上的盘条末端固結在骨架上。

(9) 从小平車上卸下盘好的骨架再把骨架从平台上运走。

(10) 从鋼絲繩上松开小平車，把小平車推回靠近盘綫机的一端，再开始盘下一根。

图16为实际操作的情形，图17、18为盘綫机的示意图和側視图。

II 离心法制造的鋼筋混凝土电杆产品缺陷防止

离心法制造的鋼筋混凝土电杆在成型过程中由于离心力的挤压，把混凝土中多余的不起水化作用的部分水挤出来，經旋

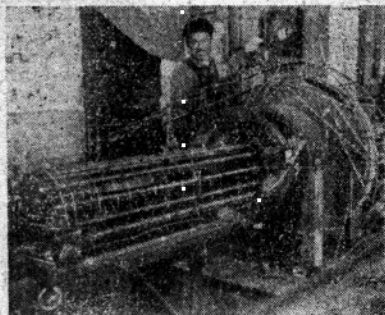


图 16

轉后降低了水灰比，获得了密实混凝土，所以能使电杆的强度高，耐冻、抗渗、耐久、腐蝕等性能都优于不用离心法制造的电杆。但在制造过程中稍有不慎，就容易造成产品的缺陷，經過几年生产的体会和老工人的探討，初步找到了产品主要缺陷的原因及防止的办法。

因及防止的办法。

1. 电杆的部分混凝土疏松、不密实，强度不高

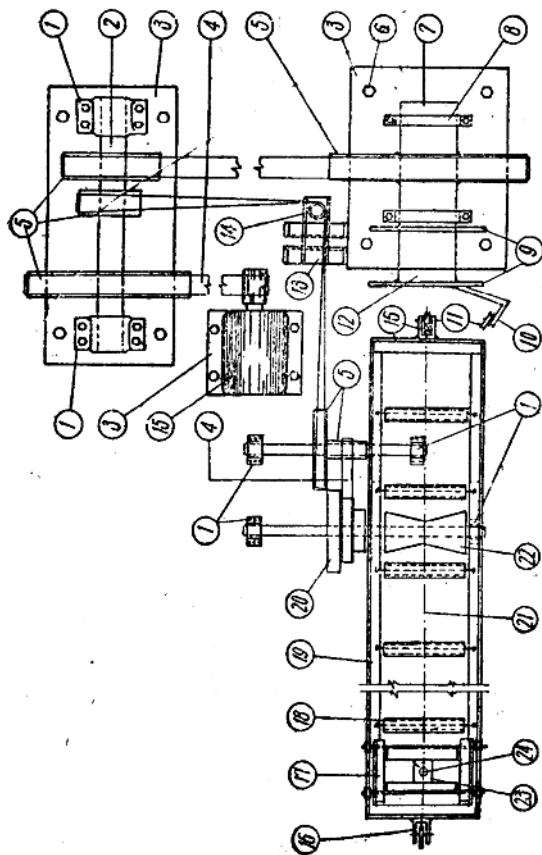


图 17 盘綫机总示意图

1—軸承；2—主軸；3—沿綫土底座；4—平面皮帶；5—皮帶輪；6—底脚螺絲；7 盘綫机主体；8—軸卡；9—盤盤；10—曲臂；11—導綫輪；12—盘綫輪；13—堅軸支架；14—壓動；15—馬達；16—滑輪；17—小平車；18—軸形滾筒；19—平台；20—改速輪；21—鋼絲繩；22—鋼輪；23—半鋼絲繩孔；24—卡鋼絲繩卡板。

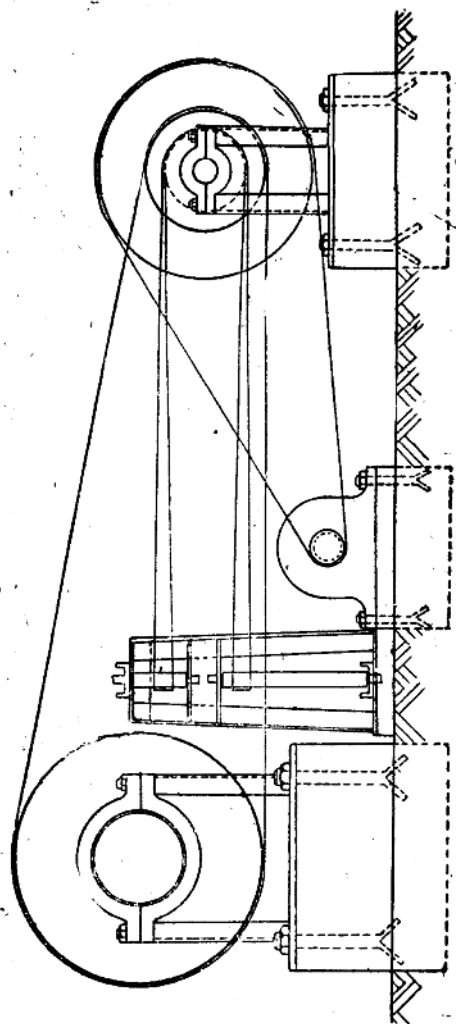


图 18 盘线机本体右侧视图

混凝土与模具的旋轉方法有很大的关系，在制造过程中若有一个合理的离心方法，操作时又能很好的执行，那么混凝土强度就比較高，否则会严重的影响混凝土强度，现将影响混凝土强度的原因分述如下：

(1) 初速 初速旋轉主要是使混凝土均匀分布于构件的内壁，若混凝土入模时间較长未旋轉，混凝土較稠或模型温度高的时候，可先用轉速低于混凝土能均匀分布内壁的轉速，讓构件模型起攪拌的作用，将混凝土重新拌合調勻增加和易性，可挽回已造成的質量事故。如果不要模型起攪拌的作用时，即在旋轉时混凝土不致于落下，并能均匀分布于内壁及逐漸攤平压实的情况下，初速愈慢愈好。这个初速可以根据离心力的关系計算如下：

$F = m\omega^2 R$ ，則每单位質量的离心力为 $F = \omega^2 R$ 。但，当单位質量 $m=1$ 作用时，还有重力加速度 g 向下作用，所以此时的合力为：

$$P = \sqrt{(R\omega^2)^2 + g^2} - 2R\omega^2 g \cos \alpha.$$

当单位質量 $m=1$ 轉至最低点时，則：

$$P_1 = \sqrt{(R\omega^2 + g)^2}.$$

当单位質量 $m=1$ 轉至最高点 $\alpha=0$ 則：

$$P_2 = \sqrt{(R\omega^2 - g)^2}.$$

轉至最高点混凝土不落下，必須使

$$Pm \geq 0 \text{ 即在 } R\omega^2 \geq 0 \text{ 的条件下}$$

$$\omega^2 = \frac{g}{R} \quad \omega = \sqrt{\frac{g}{R}}$$

$$\omega = \frac{2\pi R}{60} \quad g = 981 \text{ 公分/秒}^2; \quad n = \text{轉速}$$

在初速时混凝土刚好不落下的轉数为 每 分 钟 $n = \frac{300}{\sqrt{R}}$ 轉。

由于在离心旋轉过程中机器震动等影响，实际使用时还需乘一个系数 K ，上式变为 $n = \frac{300K}{\sqrt{R}}$ ， K 值的大小因各旋轉机不同而略有出入，經過多次的觀察，一般可用 $K=2$ 的数值。

例：內半徑为 16 公分的离心混凝土构件初速应为多少？

解：已知 $R=16$ $K=2$

$$\text{則 } n = \frac{300 \times 2}{\sqrt{16}} = \frac{600}{4} = 150 \text{ 轉/分.}$$

开始的加速快了，离心力大混凝土不能攤均匀，而在內壁很快的形成砂浆层結硬，內部的水分不容易挤出去，內部石子間还没有填紧。空隙还没有被填满时，石子与石子就被挤得很紧，水泥砂浆不易挤进去所以当坍落度較小时，混凝土內就有小洞产生。所以初速快了对产品质量沒有好处。

(2) 初速時間 影响初速時間的因素很多，最主要的是离心构件的直徑及所用混凝土的稀稠或混凝土的坍落度两种。坍落度大时混凝土流动性大，构件內壁均匀攤平較快，石子与石子間的孔隙也容易填满，所以需要的时间較短，相反，坍落度小的混凝土不易攤平，需要一个較长的時間，內壁用均匀的离心力挤压，使混凝土厚的地方移至薄的地方，在这時間內也同时填满石子間的孔隙，所需的时间較长，初速的轉数与時間在一般的情况下，可参考表 1：

表 1

初速时间与轉速表

序号	混凝土坍落度 (公分)	构件直径 (公厘)	初速轉数 (轉/分)	初速時間 (分)
1	4~5	200	270	2~3
2	3~4	300	190	2~3
3	2~3	400	150	3~4
4	1.5~2.5	500	135	4~5
5	1~2	600	120	5~6

(3) 增速 旋轉机由低速到高速必須要有增速过程, 为了使设备和混凝土制品不致受到突然冲击振动影响質量, 及造成设备事故, 錐輪变速必須均匀的慢慢增加。用变阻器增速时, 必須采取多級增速法, 不宜一下就把轉速增到最快。亦不宜該增速而不增速, 延长慢轉時間和减少了快轉時間也会影响質量。多級增速或均匀增速, 不但不会使混凝土受到剧烈震动, 而且是使构件內壁混凝土, 由小的离心力逐渐受到大的离心力把混凝土逐渐挤压密实, 多余的水分也随着离心力的增大而慢慢排出, 所以这样增速的混凝土强度比少級增速混凝土强度高。

旋轉时轉速高的离心力大, 所以快速時間應該較长, 才能把多余的水分挤压出去获得密实的混凝土。均匀增速或多級增速及总的旋轉時間与混凝土构件的直径及最高轉速有关。

(4) 离心法混凝土制品的轉速与時間 混凝土制品旋轉的快速阶段, 主要是把混凝土內的不起水化作用的多余的水分全部挤压出去而获得密实的混凝土, 轉速愈高离心力愈大就容易把混凝土压实及排出多余水分, 苏联规范規定混凝土构件內表面的离心力应不小于 1 公斤/平方公分, 并按下式計算:

$$N = \frac{0.0236}{265} \times \left(\frac{n}{100} \right)^3 \times \left(D^4 - \frac{d^3}{D} \right),$$