

一九六三年水泥制品学术会议文集



一九六三年
水泥制品学术会议文集

中国硅酸盐学会編

中国工业出版社

一九六三年
水泥制品学术会议文集
中国硅酸盐学会編

*

建筑工程部图书編輯部編輯(北京西郊百万庄)
中国工业出版社出版(北京佟麟閣路丙10号)
北京市书刊出版业营业許可証出字第110号
中国工业出版社第一印刷厂印刷
新华书店北京发行所发行·各地新华书店經售

*

开本 $787 \times 1092^{1/16}$ ·印张 $8^{3/4}$ ·字数196,000
1965年3月北京第一版·1965年3月北京第一次印刷
印数0001—1,130·定价(科六)1.10元

*

統一书号: 15165·3595(建工-418)

前 言

水泥制品工业，是我国近几年来发展的一門新兴工业，由于它适合于我国資源和工农业生产具体条件，符合党的社会主义总路綫的要求，因此，发展速度很快。現在生产的品种計有混凝土軌枕，矿井支架，水泥电杆，水泥船，混凝土民房构件，水泥机床和机架，混凝土管等数十种。这些水泥制品，已經在支援农业促进生产与交通运输上表现出重大作用，还为国家节约了大批木材。

为了檢閱水泥制品在生产技术、科学研究等方面所取得的成就，1963年7月本会与建筑工程部在武汉市联合召开了水泥制品学术會議与水泥农船技术鉴定會議，参加此次會議的代表，在会上报告了不少有价值的論文，对交流經驗，促进生产技术的发展及提高学术理論水平起了很大的作用。为交流和推广这些研究成果，更好地为生产服务，我們选編了部分論文，輯成本书供大家参考。

中国硅酸盐学会

1964.3.2.

目 录

前言

混凝土軌枕快速傳送法工藝試驗·····	姚明初	馬有守	王文全	石人俊	(1)
環形截面預應力鋼筋混凝土電杆的生產工藝·····	傅增玉	張樹凱	湯德永		(11)
鋼筋混凝土預制構件工廠利用隔溫風幕的連續傳送式加熱養護窖·····				徐召南	(21)
混凝土槽形板振動模壓工藝理論與實驗研究·····				苗赫濯	(35)
砂地翻轉快速脫模生產水泥支架工藝介紹·····	周文瑞	沈兆生	羅時霖	伍志明	(52)
混凝土中鋼筋的銹蝕·····				洪定海	(59)
混凝土受壓破損理論與三向應力混凝土·····	蔣家奇	勵慧恆	湯關祚		(74)
鋼絲網水泥農船蒸汽養護的研究·····	吳中偉	田然景	唐文森	金劍華	張振吉 (91)
農船用鋼絲網水泥力學性能與計算方法·····	王開明	江修德	李鈺杰	王希哲	(100)
鋼絲網水泥船板的耐久性研究·····	張鉄生	楊久齡	陳南蘭	鄭世英	(115)

混凝土軌枕快速傳送法工藝試驗

姚明初 馬有守 王文全 石人俊*

一、前言

为了节约木材，以混凝土軌枕代替木枕，已成为我国铁路建设发展中的重要课题。目前混凝土軌枕虽然已在现场大量推广，但在軌枕设计、制造和使用上也还有不少问题需要进一步研究解决。混凝土軌枕是一个需要大量生产的产品，如何以最少的投资，生产质量良好而成本低廉的軌枕供铁路现场使用，是今后混凝土軌枕大量发展中急需解决的问题，1958年铁道科学研究院在铁路专业设计院的协作下进行了混凝土軌枕联合制造机的研究，并于1959年4月完成了混凝土軌枕联合制造机第一方案的设计，在这一设计中采用了快速传送法工艺，軌枕的制造在一个循环传送的鏈带上进行。当时这一个联合制造机由于条件的限制未能进行试制。1962年铁道科学研究院和铁路专业设计院在铁道部科学技术委员会和其他有关单位的大力支持下，继续进行混凝土軌枕联合制造机的研究，并进行了軌枕制造的工艺试验，根据试验结果说明：采用快速传送法工艺，可使混凝土軌枕的蒸汽养护时间缩短到4至5小时，大大提高軌枕的生产效率，本文介绍混凝土軌枕快速传送法工艺试验的情况，由于目前混凝土軌枕联合制造机尚在开始试制阶段，因此这一工艺试验只是反映了混凝土軌枕联合制造机在实际运转时的主要工序，整机试验还需要在混凝土軌枕联合制造机全部安装完毕后，方能进行。

二、混凝土軌枕联合制造机所选择的軌枕结构型式

目前在铁路干线上大量推行的混凝土軌枕，主要为预应力鋼弦混凝土軌枕，这种軌枕强度较高而用鋼量较少，深受现场欢迎，但这一种軌枕由于采用鋼絲配筋。配筋根数较多，制造工艺比较复杂，同时这一种軌枕所用鋼絲需用优质碳素鋼拔制，供应上也有一定限制，为了适合今后混凝土軌枕大量发展的需要，我们认为采用高强度鋼筋作为配筋的预应力先張法鋼筋混凝土軌枕也是值得考虑的一种軌枕型式。预应力先張法鋼筋混凝土軌枕可以采用冷拉五号规律变形鋼筋作为配筋材料，材料比较易得，成本亦较低，由于軌枕内配筋根数较少，可以简化制造工艺，适合机械化和自动化生产。而軌枕强度则与预应力鋼弦混凝土軌枕基本相同。从以上所提出的一些理由，所以我们选择预应力先張法鋼筋混凝土軌枕作为混凝土軌枕联合制造机生产的軌枕型式，目前初步考虑生产的预应力先張法鋼筋混凝土軌枕为“筋Ⅰ-62研”型其结构型式如图1。关于这一种軌枕的力学试验结果可参阅铁道科学研究院許琰：“预应力先張法鋼筋混凝土軌枕的试验”一文。

* 铁道科学研究院。

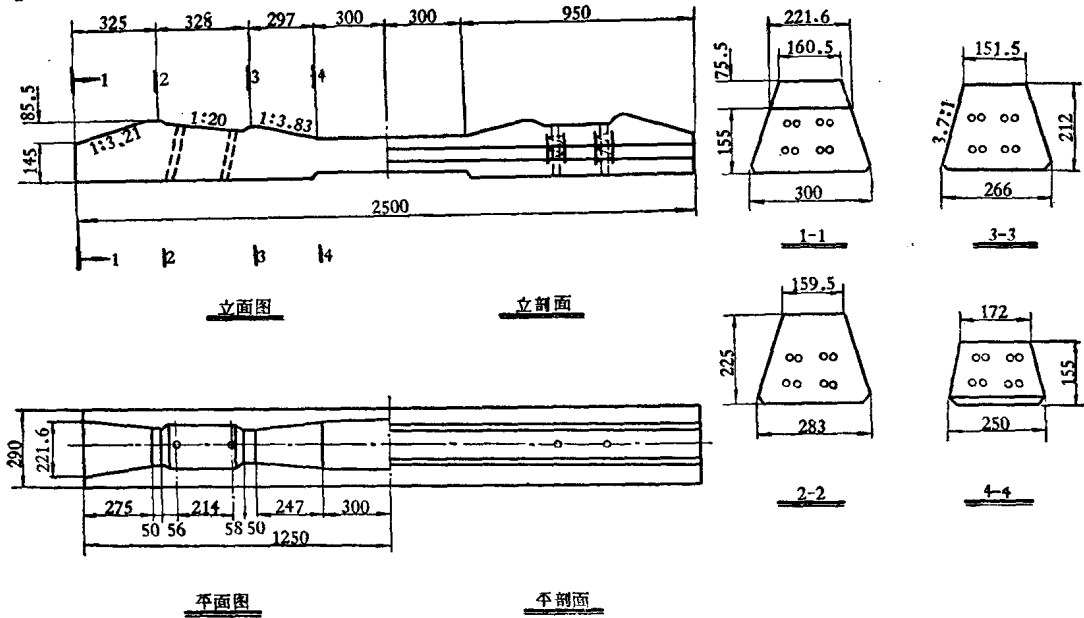


图 1 “筋Ⅱ-62研”型預应力先张法鋼筋混凝土軌枕結構型式

三、混凝土軌枕联合制造机的設計說明

1958年鐵道科学研究院根据国外混凝土制品生产方面的經驗提出了一个可以連續生产的混凝土軌枕联合制造机設計方案，在这个方案中，采用了鋼筋电热張拉、混凝土高压震动成型、快速蒸汽养护，和震动脫模等先进經驗，軌枕的制造在一个循环的鏈帶上进行，因此生产效率很高，1959年在鐵路专业設計院的协作下完成了混凝土軌枕联合制造机（第一方案）的設計工作，1962年又在此基础上提出了修改設計方案，根据設計指出，混凝土軌枕联合制造机的主車間面积只有400米²，而年产量可达7~10万根，由于采用鏈帶传送，厂房內不需桥式吊車，大大簡化厂房結構，而工厂投資也有很大降低。混凝土軌枕联合制造机采用了比較先进的工艺措施，机械化的程度也較高，因此可以大大提高劳动生产率并降低軌枕生产成本。表1所載为混凝土軌枕联合制造机工艺和預应力鋼弦混凝土軌枕流水机组法若干主要技术經濟指标的比較，下面我們將混凝土軌枕联合制造机的設計做一个說明。

表 1

序 号	技术 經 济 指 标	計 算 单 位	混凝土軌枕传送法工艺 (联合制造机)	混凝土軌枕流水机 組法工艺
1	年产量	根	70,000~100,000	100,000
2	生产周期	小时	5~6	18~26
3	蒸汽养护周期	小时	4~5	16~24
4	模型周轉次数	次/昼夜	5~6	$1\frac{1}{3} \sim \frac{12}{13}$
5	主車間面积	米 ²	400	2,000
6	生产工人	人	20	80
7	主車間单位面积年产量	根/米 ²	175~250	50
8	劳动生产率(以年計)	根/人	3500~5000	1250
9	設備用鋼量(按年产量計)	公斤/根	0.65~0.93	2.56
10	基本投資总額(按年产量計)	元/根	3.5~5	8

注：本表資料系铁路专业設計院朱瑞同志提出。

混凝土軌枕联合制造机是一个根据传送法原理设计的混凝土軌枕生产联动机。机床的构造如图 2。

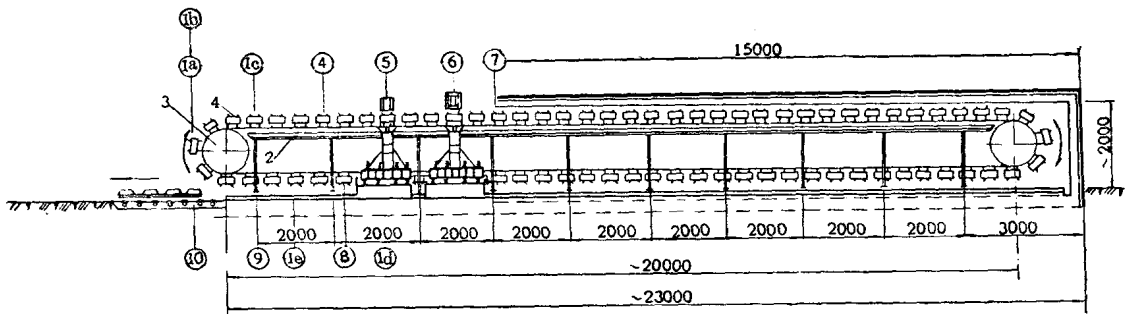


图 2 混凝土軌枕联合制造机示意图

在图 2 中“1”为軌枕模型，以鏈条互相联結成为一循环鏈带。“2”为机架，用以支承軌枕模型，軌枕模型两端装有鏈輪，以便軌枕模型在机架的軌道上移动，軌枕模型在机床上的移动，利用传送装置“3”进行。根据工艺要求，传送装置每隔 4 分钟至 6 分钟开动一次，使机床上的全部軌枕模型向前移动一个模型位置，以达到軌枕連續生产的目的，在軌枕生产时首先在模型“1b”的位置，将模型内部清理干净并涂油，俟模型移到“1a”的位置时，安装木栓及鋼絲箍，模型“1c”处为安装鋼筋和張拉夹具的位置，“4”为張拉千斤頂，在此处进行鋼筋的張拉，“5”为混凝土給料器，在此处混凝土接受初步的振动，“6”为高压振动器，在此处混凝土承受 5~10 公斤/厘米² 的高压，并同时施行振动，使混凝土达到較高的密实性，軌枕模型内混凝土經高压振动成型后即移入蒸汽养护窖“7”，蒸汽养护窖的蒸汽溫度經常保持在 95~100°C 之間使混凝土接受較高溫度的蒸汽养护，由于在軌枕成型时采用了高压震动的方法，可使混凝土的蒸汽养护時間縮短到 3 至 5 小时左右，即能滿足传递鋼筋应力所必需的混凝土强度（350 公斤/厘米²）。軌枕出窖后进到“1d”处。在此处設有張拉千斤頂“8”，借以放松鋼筋夹具，并将应力传给混凝土，軌枕經放松鋼筋夹具后繼續向前移动到“1e”处。此处設有振动脫模器“9”使混凝土軌枕和鋼筋夹具在振动作用下由模型内脫出落到机身下面的軌枕成品传送带“10”，而空模型則再繼續向前移动至“1a”的位置，完成一个生产周期。

四、混凝土軌枕联合制造机几个主要工序和工艺设备的說明

在“混凝土軌枕联合制造机的設計說明”一节中我們已对混凝土軌枕联合制造机的工艺过程做了介紹，在本节中将对混凝土軌枕几个主要工序和工艺设备做一些补充說明。

A. 軌枕模型

混凝土軌枕联合制造机的軌枕模型采用型钢及鋼板焊制而成，其构造如图 3。模型为单根式。自重約 415 公斤左右，模型两端設有传送鏈輪，可在联合制造机机架的軌道上移动。模型端梁在鋼筋張拉时，可以承受 38 吨的張拉力，为了防止軌枕端部混凝土漏浆，在模型内安装有拆装式挡浆板。預埋件固定装置，采用双套螺絲。外側螺套焊在模型底板上，中心螺套有内外絲扣，可以随时更換。

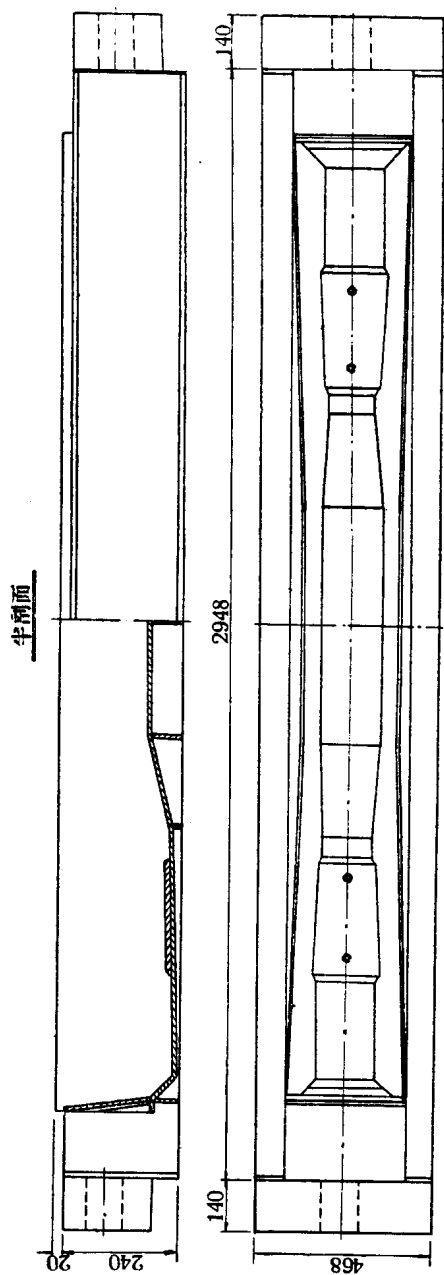


图 3 軌枕模型构造图

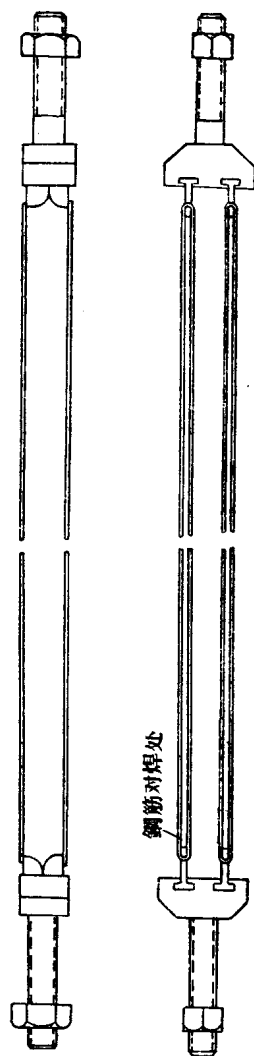


图 4 钢筋锚具

B. 鋼筋錨具和鋼筋環

鋼筋錨具採用特殊設計的圓鈎式錨具（如图 4），每一個鋼模型內設有圓鈎式錨具 4 對，挂住 4 個鋼筋環，圓鈎式錨具用螺絲杆固定在模型兩端的端梁上，這一種錨具的特點是裝卸方便構造簡單，在軌枕脫模後就可以將錨鈎卸下，不需切割鋼筋的工序。

鋼筋環採用 $\phi 10$ 冷拉 5 號規律變形鋼筋製成。鋼筋的冷拉在鋼筋彎制和焊接後進行，拉長率為 5.5%，通過試驗說明如能控制鋼筋的拉長率在 4.5% 至 6.5% 以內，即可保證冷拉鋼筋的一定機械性能，鋼筋環經冷拉後其內部長度應為 2578 毫米，誤差不宜大於 ± 0.5 毫米。

C. 鋼筋的張拉

鋼筋的張拉利用 60 噸千斤頂進行，張拉時取控制應力 $\sigma_{ak} = 0.95\sigma_r$ ，張拉程序為：0—105% σ_{ak} —停 2 分鐘—100% σ_{ak} 。

（注： σ_r ——鋼筋的屈服強度）。

D. 混凝土的灌制

混凝土的灌制在給料振動設備處進行。經過定量的混凝土通過給料器進入軌枕模型內，此處軌枕模型內的混凝土接受了初步的振動。時間為 3 ½~5 分鐘。在混凝土給料器下設有螺旋分布器，借兩反向螺旋的轉動使混凝土由軌枕模型中部向兩端輸送，保證了軌枕模型內混凝土的均勻分布。

E. 混凝土的高壓振動

混凝土經高壓振動後可以使混凝土具有很高的密實性，大大縮短混凝土所必需的蒸汽養護時間，這是混凝土軌枕聯合制造機中一個比較關鍵的工序。混凝土軌枕高壓振動成型設備可使混凝土軌枕在成型時接受 5~10 公斤/厘米² 的壓力。並同時接受振動（頻率為 2800 次/分，振幅為 0.5 毫米）在振動過程中由於混凝土受壓排除了一部分多余的水份，大大提高混凝土的密實性，這樣，通過混凝土的高壓振動，不但提高了混凝土的強度，並可使混凝土能夠承受較硬性的蒸汽養護制度（即減少升溫、降溫時間，提高養護溫度等）使混凝土在採用 500 號普通水泥時經過 4~5 小時的蒸汽養護後達到 350 公斤/厘米² 以上的強度，即相當於軌枕混凝土設計標號之 70%。可以放鬆張拉鋼筋。表 2 中表示混凝土在各種高壓振動壓力下對混凝土強度的影響，表 3 表示高壓震動時間對混凝土強度的影響。

高壓振動壓力對混凝土強度的影響

表 2

壓力 (公斤/厘米 ²)	4 小時蒸汽養護後強度 (公斤/厘米 ²)	標準養護 28 天強度 (公斤/厘米 ²)
0.06	302	651
1.0	352	—
3.0	377	670
5.0	396	680
10.0	412	685

附注：混凝土水灰比 0.30，震動時間 4 分鐘。

混凝土配合比 1:1.2:2.6（蒸汽養護試件）1:1.4:2.4（標準養護試件）。

高压振动时间对混凝土强度的影响

表 3

振 动 时 间 (分)	4 小时蒸汽养护后强度 (公斤/厘米 ²)	蒸汽养护后28天强度 (公斤/厘米 ²)	标准养护28天强度 (公斤/厘米 ²)
3	396	665	680
8	430	—	—
15	375	—	—

附注：混凝土水灰比0.30，压力 5 公斤/厘米²。

混凝土配合比1:1.4:2.4。

F. 高温蒸汽养护

为了缩短蒸汽养护时间，我们结合了混凝土的高压振动采用了 95~100°C 的高温蒸汽养护。蒸汽养护窑为隧道式，轨枕模型在窑内作间歇的移动，通过时间共为4~5小时，由于混凝土已经经过高压振动，可以接受短期升温至 95~100°C 的高温而不致造成混凝土的膨胀裂纹，同时由于混凝土的标号较高，降温阶段也可缩短到最小限度，表 4 表示采用普通加荷振动（60克/厘米²）和采用高压振动（5 公斤/厘米²）的混凝土在 4 小时蒸汽养护后抗压强度的比较。

普通加荷振动和高压振动的混凝土在短期蒸汽养护后抗压强度的比较

表 4

振 动 成 型 方 法	蒸 汽 养 护 后 强 度 (公斤/厘米 ²)	蒸汽养护后28天强度 (公斤/厘米 ²)
普通加荷振动60克/厘米 ²	282	570
高压振动 5 公斤/厘米 ²	404	665

附注：水灰比0.30，混凝土配合比1:1.4:2.4。

振动时间 4 分钟，蒸汽养护时间 4 小时。

G. 放松张拉钢筋及脱膜

混凝土轨枕经蒸汽养护，其强度达到 350 公斤/厘米²后即可放松钢筋及脱膜。为了简化操作工序，我们建议采用拧松固定端所设置滚珠螺帽的方法以放松张拉钢筋。轨枕经放松张拉钢筋后移至脱膜振动台，经振动后轨枕连同锚钩 4 对即可由钢模型内脱出。

五、混凝土轨枕快速傳送法工艺試驗

为了对混凝土轨枕联合制造机的主要工序进行实际的試驗，我们曾进行了轨枕的試制，試制时采用的工序基本上和混凝土轨枕联合机設計时采用的工序相同，轨枕高压振动设备系用 1 吨自动同步式振动台改装而成（如图 5）蒸汽养护窑则系根据試驗要求設計建造的。

现将試驗经过介紹如下：

（1）混凝土轨枕第一次快速傳送工艺試驗：

混凝土轨枕第一次快速傳送法工艺試驗系采用石灰石作为粗集料，混凝土的材料和配合比如下：

a. 水泥：大同500号普通水泥

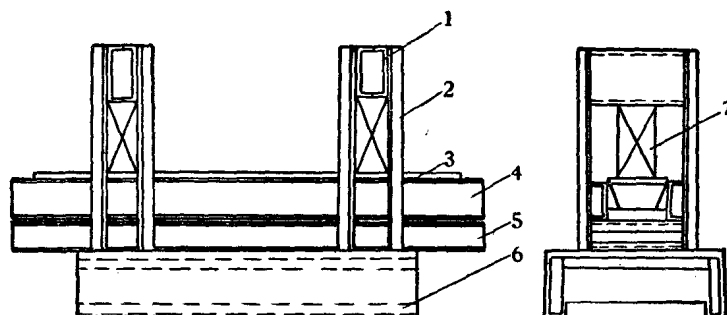


图 5 軌枕工艺試驗用高压振动設備

1—上横梁；2—立柱；3—加压盖；4—軌枕模板；5—下纵梁；6—振动台；7—加压千斤頂

矿物成分：

$2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ ——28.26%

$3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ ——6.57%

$3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ ——47.62%

$4\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$ ——12.56%

b. 砂：京郊中砂

c. 碎石：石灰石（丰台桥梁工厂采用）

粒径級配：5~10毫米25%

10~25毫米75%

d. 配合比：1:1.1:2.4

e. 水灰比：0.32

鋼筋采用10毫米5号規律变形鋼筋，經弯制成环形并在对焊后进行冷拉，为了了解鋼筋不同拉长率对鋼筋机械性能的影响，我們进行了鋼筋不同拉长率对鋼筋屈服强度、极限强度和引伸率影响的試驗，試驗結果如图6和图7。从图6和图7的試驗結果說明，只要使鋼筋的拉长率控制在4.5%~6.5%之內，鋼筋的机械性能可以滿足預应力的需要。在这一次工艺試驗中我們采用了5.5%的鋼筋拉长率，鋼筋的屈服强度 $\sigma_r = 5500$ 公斤/厘米²。

应力, 公斤/厘米²

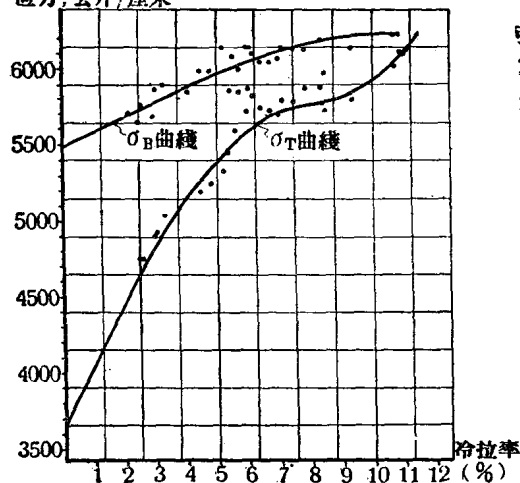


图 6 不同拉长率对鋼筋屈服强度和极限强度的影响

引伸率 (%)

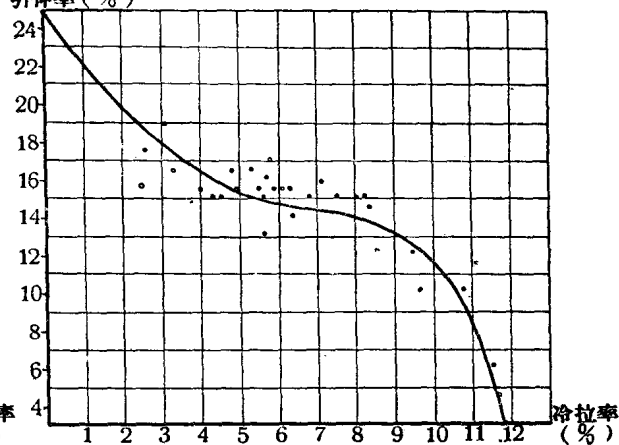


图 7 不同拉长率对鋼筋引伸率的影响

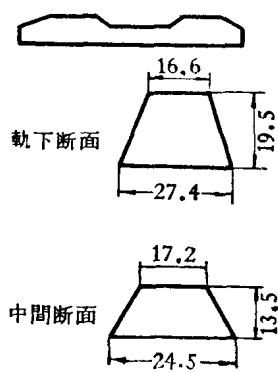
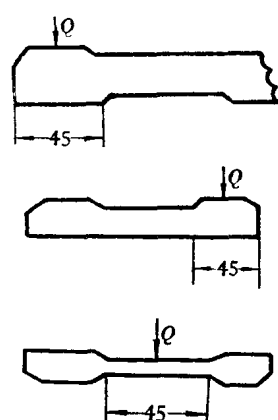
极限强度 $\sigma_B=6100$ 公斤/厘米²

在軌枕試制时首先將鋼筋环4个放入模型內,鋼筋两端安装在圓鈎式錨具上。鋼筋的張拉采用60吨千斤頂,張拉控制力为28.2吨,鋼筋經張拉后在模型內灌注混凝土,并进行初步的振动。此时在軌枕表面放置加压盖板,重量相当于30克/厘米²,振动時間为3分钟。軌枕經初步振动后进行高压振动,施加的压力为5公斤/厘米²,振动時間为8分钟,从混凝土拌和加水至振动完毕共历时40分钟,軌枕成型后經靜置20分钟即进入蒸汽养护窖,經10分钟,养护窖內溫度由50°C升到100°C,軌枕經养护5小时10分钟后由窖內取出,此时混凝土的强度經試驗为412公斤/厘米²。超过了放松鋼筋的要求强度。軌枕的强度試驗,在出窖后1小时进行,試驗結果如表5。从表5的試驗結果,可以看到軌枕的抗裂性是滿意

混凝土軌枕靜載試驗結果

(第一次工艺試驗)

表 5

項		目	单	位	說	明	主	要	尺	寸
軌枕型式及編號					筋Ⅰ-62研(試Ⅰ)					
混凝土强度			公斤/厘米 ²		412					
鋼筋种类直径及根数					8 ϕ 10冷拉螺紋					
鋼筋强度 σ_B 及 σ_T			公斤/厘米 ²		$\sigma_T=5500$ $\sigma_B=6100$					
张拉控制力			吨		28.2					
軌 下 端 面	左	出現裂縫时荷載	吨		27.0		試 驗 位 置			
		裂縫达0.1毫米时荷載	吨		29.0					
		破 坏 荷 載	吨		42.0					
	右	出現裂縫时荷載	吨		27.5					
		裂縫达0.1毫米时荷載	吨		30.0					
		破 坏 荷 載	吨		44.0					
中 間 断 面	受 負 力 矩 位 置	出現裂縫时荷載	吨		19.5					
		裂縫达0.1毫米时荷載	吨		20.0					
		破 坏 荷 載	吨		29.5					

的，軌下断面的致裂荷载达到27吨以上，超过了“弦Ⅰ”型軌枕一級品的規定要求（一級品的要求为20吨）。

（2）混凝土軌枕第二次快速傳送法工艺試驗：

混凝土軌枕第二次快速傳送法工艺試驗和第一次工艺試驗基本相同。只是采用了花崗岩作为粗集料，混凝土的材料和配合比如下：

a. 水泥：大同500号普通水泥

矿物成分：同第一次試驗

b. 砂：京郊中砂

c. 碎石：花崗岩（周口店）

粒徑級配：5~10毫米25%

10~25毫米75%

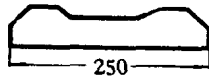
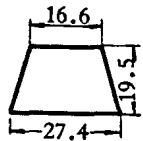
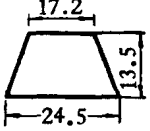
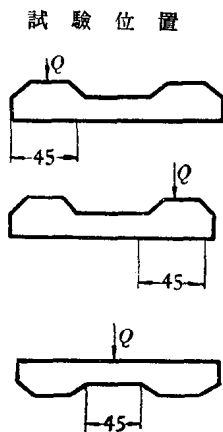
d. 配合比：1:1.1:2.4

e. 水灰比：0.30

混凝土軌枕靜載試驗結果

（第二次工艺試驗）

表 6

項 目			单 位	說 明	主 要 尺 寸
軌枕型式及編号				筋Ⅰ-62研 (試Ⅰ)	
混凝土强度			公斤/厘米 ²	354	
鋼筋种类直径及根数				8φ10冷拉螺紋	
鋼筋强度 σ_B 及 σ_T			公斤/厘米 ²	$\sigma_T=5500$ $\sigma_B=6100$	
张拉控制力			吨	28.2	
軌 下 断 面	左 端	出現裂縫时荷载	吨	22.5	試驗位置 
		裂縫达0.1毫米时荷载	吨	24.5	
		破坏荷载	吨	42.5	
	右 端	出現裂縫时荷载	吨	—	
		裂縫达0.1毫米时荷载	吨	—	
		破坏荷载	吨	—	
中 間 断 面	受 負 力 矩 位 置	出現裂縫时荷载	吨	20.5	
		裂縫达0.1毫米时荷载	吨	—	
		破坏荷载	吨	28.0	

采用的鋼筋和張拉工序与第一次試驗相同，軌枕的成型，采用 5 公斤/厘米²的高压振动時間亦为 8 分钟，混凝土自拌和加水至振动完毕計历时 90 分钟，軌枕成型后靜置 15 分钟即进入蒸汽养护窖，經 30 分钟溫度上升到 100°C，軌枕經养护 3 小时 40 分后由窖內取出，此时混凝土的强度經試驗为 354 公斤/厘米²，軌枕的强度試驗在出窖后 20 分钟进行。試驗結果如表 6。从表 6 的試驗結果，可以看到采用花崗岩为粗集料的混凝土軌枕在經過 3 小时的短期蒸汽养护后即可滿足“弦Ⅰ”型軌枕一等品的要求。

六、結論和建議

通过对混凝土軌枕的快速傳送法工艺試驗，我們可以得出以下一些結論。

(1) 通过軌枕的試制，說明混凝土軌枕联合制造机所采取的工艺是实际可行的，在 4~5 小时蒸汽养护后可以使混凝土达到放松鋼筋張拉力所必須的强度(350 公斤/厘米²)。

(2) 采取这一工艺所試制的軌枕质量是良好的，符合于同类型預应力鋼弦混凝土軌枕的标准。

(3) 混凝土軌枕联合制造机所采取的圓鈎式鋼筋錨具使用效果是滿意的，可以作为預应力先張法鋼筋混凝土軌枕制造中一种有效的鋼筋錨定方法。

为了使混凝土軌枕联合制造机能早日試制成功，我們特提出以下一些建議。

(1) 混凝土軌枕联合制造机的設計。根据初步技术經濟指标看来，無論从投資上、用鋼量上、和劳动生产率上都是比較优越的，如能試制成功，对今后混凝土軌枕的大量推广可起很大作用，建議各方面加以有力的配合和支持，使这一联合制造机能早日試制成功。

(2) 为了使混凝土軌枕联合制造机的試制工作能順利进行，建議首先根据平面傳送的原理，就联合制造机中若干主要工艺設備如高压振动設備，高溫蒸汽养护窖等进行試驗，并进行軌枕的連續灌注，以便取得經驗，为联合制造机的整机試驗打下基础。在进行軌枕平面傳送的工艺試驗时可以利用联合制造机的部分設備。

(3) 为了使混凝土軌枕联合制造机的生产工艺达到全盘机械化和自动化，应进一步研究混凝土攪拌的自动化問題，使軌枕的生产和混凝土的攪拌工序配合起来，成为一全盘机械化和自动化的联动綫。

环形截面預应力鋼筋混凝土电杆的生产工艺

傅增玉 張树凱 湯德永*

鋼筋混凝土电杆, 由于具有代用木材及鋼材、耐久性高、能利用地方性材料、易組織生产等显著的优点, 在世界上已得到了广泛的生产和使用。

随着我国国民經济和农村电气化的发展, 鋼筋混凝土电杆的需要量日益增加, 現有的生产能力已远远不能滿足要求。另外, 我国現有的产品絕大部分都是普通配筋的电杆, 这种电杆的主要缺点是重量大、抗裂性低、鋼材用量多。由于我国当前的运输及安装条件較差, 它的这些缺点显得更加严重。

根据国外的生产經驗, 克服这些缺点的有效途径之一是采用預应力电杆。这种电杆虽然我国从1956年就开始研究并在一些高压綫上使用, 但对于大量采用的一般型电杆, 至今还很少生产和应用。目前有許多单位在研究不同类型的預应力电杆, 而在个别厂內已开始生产这些电杆。但是究竟何种預应力电杆是較为合理的型式, 迄今尙无統一的想法。阻碍生产和使用預应力电杆的更主要的原因是沒有找到一个合理的生产工艺。因此, 有些单位虽做了試驗, 但未能推广。

針对上述情况, 在本文中将对我們认为較好的环形截面預应力电杆做一簡要論証, 同时介紹国外較好的三种生产該类型电杆的工艺, 供讀者参考。

一、环形截面預应力电杆的优点

在鋼筋混凝土电杆截面內施加預应力, 可以获得以下几点效果:

1. 提高电杆的抗裂性能, 尤其可以显著地提高小端部分的抗裂性能。对于当前生产的普通配筋电杆来說, 最大的质量問題是其对裂縫的敏感性。分析裂縫产生的原因, 主要是电杆 (尤其是小端部分) 抵抗运输荷載的能力不够, 其中包括以下三种荷載:

(1) 在蒸汽养护以后, 当制品在模型內往拆模地点运输时, 由卡瓦的集中荷載和杆悬臂部分的自重在小端部分引起的弯矩;

(2) 在拆模以后, 在厂內起吊或运输时, 由杆身自重在小端吊点或支点处引起的弯矩 (图1曲綫 I);

(3) 电杆由工厂向安装地点运输时, 由于小端自重在小端部分引起的弯矩 (图1曲綫 I)。

在运输时尙須考虑动荷載作用, 根据一般資料介紹, 动荷載系数为1.5~2 (图1曲綫 I)。

由图1資料看出, 对于非預应力电杆, 即当 $\sigma_0=0$, 上述荷載都接近或超过了截面的实际抗裂能力, 因而必然导致裂縫的产生。当在截面內施加以預压应力时, 由于在截面产

* 建筑工程部建筑材料科学研究院。

生一与外荷载作用相反的核心力矩，使截面的抗裂弯矩显著地提高。例如当混凝土预压应力 $\sigma_0=30$ 公斤/厘米²时，截面的抗裂能力就能提高1倍左右。对于普通配筋截面的电杆，

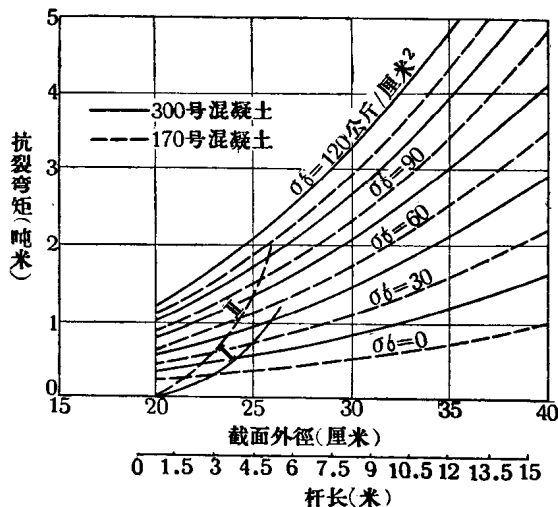


图1 不同截面的抗裂能力随着预压应力 σ_0 增加而提高的情况

I—小端悬臂弯矩；II—小端悬臂弯矩乘以动力系数2

另外，在预应力电杆中，由于钢丝直径缩小、钢筋容易定位、保护层的位置容易控制以及可以利用高标号混凝土等原因，可以将电杆壁厚适当地减小（例如从现在的5厘米减至4厘米），从而可以进一步减轻电杆的重量、节约混凝土材料的消耗量。

由以上两点看出，预应力电杆是一种最先进的结构型式，因此在许多国家中（例如苏联、德国、法国等）都得到了广泛的生产和应用。

至于电杆型式，其中主要指截面型式的问题，根据初步分析的结果认为，环形截面以及与其相接近的其他封闭形空心截面是较好的型式。这类截面的一些主要优点如下：

1. 圆形截面的抗裂性最好。如上所述，我国当前对电杆的主要要求是减轻重量、提高抗裂性。其中电杆的重量可以用截面积 F 表示，而抗裂性可以用截面的抵抗矩 W 表示，由此截面的有效性便可以用有效性系数 K_e 来表示^①：

$$K_e = \frac{W}{F}$$

如果取所有截面型式的截面积 F 相同，截面的有效性就可以用 W 来表征。对于各种截面型式比较的结果列于表1中。

从表1中的结果可以看出，如按截面的 W 最大比较、双肢型、I型截面最好，其次是空心矩形、空心方形、环形及各种实心截面；如果以 W 最小比较，那么环形截面最好。

由于我国当前的运输及安装条件较差，在运输及吊装过程中无法保证电杆的定向受力。例如，对于I型截面电杆，往往以Y方向代替X方向受力，从而造成质量事故。又如

① 这里没有考虑混凝土材料塑性系数 γ 的影响，当考虑此影响时，环形截面的有效性更加显著。