



天线架设

苏联Г.А. 薩維茨基著·人民邮电出版社出版

Г. А. САВИЦКИЙ
АНТЕННЫЕ СООРУЖЕНИЯ
СВЯЗЬИЗДАТ 1947

內 容 提 要

本书基本內容有：天綫建筑材料；天綫的机械性能；地基和基礎的施工；天綫塔結構的制造；天綫塔和天綫网的架立以及驗收、維護、技术保安等。

天 綫 架 設

著 者：苏联 Г. А. САВИЦКИЙ
譯 者：張 萍 渭 蕭 篤 墀 朱 庆 璋
出版者：人 民 郵 電 出 版 社

北 京 東 四 條 六 號 一 三 號
(北京市書刊出版業營業許可證出字第〇四八號)

印刷者：郵 申 部 北 京 郵 票 厂
發行者：新 華 書 店

開本 850×1168 1/32 1959年12月北京第一版
印張 9 30/32 頁數 159 1959年12月北京第一次印刷
印刷字數 267,000字 印數 1—2,200冊

統一書號：15045•总1074—无291

定价：(10) 1.55元

序 言

天綫建築物（有时叫做天綫設備或者天綫网及天綫网的支柱等）是为了发射和接收无綫电电磁波用的。在一般情况下，天綫建築物包括桅杆塔、振子（輻射器）、饋綫、地网或者地綫。天綫的构造形式极多，有悬挂在简单杆子上的单根导綫，也有悬挂在300公尺高鋼桅杆塔上的天綫网。有时候把天綫网装在可以沿专门軌道旋轉的自立塔上。

現有的天綫类型可以分成两大类：第一类，也就是最大的一类，它的主要特点是具有各种形式的，悬挂在桅杆塔上的导綫网；第二类是具有硬振子的天綫，例如鋼塔天綫，这些天綫常常用于业务无綫电通信和无綫电广播，其中有些天綫，例如鋼塔天綫，是用于无綫电指标和探向器等航空設備方面的。

当架設和运用天綫的时候，要解决涉及范围很广的許多問題。这些問題包括：建筑材料及机械器材的驗收；地基和基础的施工；木結構及鋼結構的制造与架設；天綫网的安裝；天綫的維護和技术保安等。所有这些問題，都已經被采納作为本书的基本內容。本书是根据苏联高等学校教学大綱編写而成的。有关天綫电性能方面的理論和計算問題这里都不加討論，因为它们是在天綫課程（天綫网及天綫支柱）里研究的。

在編写本书的时候曾經利用了設計和施工部門的資料、許多建設工程的經驗以及好些参考书刊。

本书承蒙技术科学博士A.A.皮斯托里科斯教授和工程师Г.В.舒列依金审閱并且提出了許多宝贵的意見，謹向他們表示謝意。

作者

目 录

序 言

第一編 材 料

第 一 章 金屬

- § 1. 黑色和有色金屬 (1)
- § 2. 鋼絞綫 (10)
- § 3. 導綫 (18)

第 二 章 木材

- § 4. 木材的種類和等級 (23)
- § 5. 木材的物理力學性質 (26)
- § 6. 木材防腐 (31)

第 三 章 絕緣子

- § 7. 絕緣材料 (37)
- § 8. 絕緣子的構造 (41)

第二編 天 綫

第 四 章 天綫和饋綫

- § 9. 綫式天綫 (51)
- § 10. 剛性派子天綫 (82)
- § 11. 饋綫、地網和地綫 (89)

第 五 章 天綫的機械計算

- § 12. 在天綫建築上的荷載 (102)
- § 13. 軟索理論基礎 (109)
- § 14. 天綫計算 (117)
- § 15. 天綫計算實例 (126)

第三編 天綫桅杆塔和自立塔

第 六 章 總論

- § 16. 桅杆塔和自立塔的类型 (137)

§ 17. 桅杆塔和自立塔的设计原则	(139)
第七章 塔身构造	
§ 18. 木塔	(152)
§ 19. 钢桅杆塔和钢自立塔	(166)
第八章 基础与地锚	
§ 20. 土壤概述	(180)
§ 21. 基础的形式及计算原则	(186)
§ 22. 基础和地锚的计算	(199)
第九章 桅杆塔和自立塔的架设	
§ 23. 架设桅杆塔和自立塔的一般问题	(202)
§ 24. 木桅杆塔和自立塔的设计和安装	(213)
§ 25. 钢桅杆塔的安装	(224)
§ 26. 架立独肢桅杆塔计算举例	(239)
§ 27. 基础	(243)
第四編 天綫建筑物的维护	
第十章 维护的一般问题	
§ 28. 验收和维护规程	(255)
§ 29. 天綫网维护	(259)
§ 30. 天綫塔的维护	(272)
第十一章 技术保安	
§ 31. 技术保安总则	(282)
§ 32. 一般建筑工程施工规程	(286)
§ 33. 起重运输设备维护条例	(290)
附录 木料参考表	

第 一 編 材 料

第一章 金 属

§ 1. 黑色和有色金属

含碳 0.15%—0.2% 的低碳軟鋼是金属結構的主要材料。为了提高鋼材强度，应当把含碳量增加到 0.3%—0.4%。除了碳以外，鋼內一般还含有錳；錳可以提高屈服点和强度限（极限强度），同时不会显著地降低鋼的韌性。在鋼中加入附加料錳可以使金属脫氧，并且能够消除硫的有害作用。鋼中錳的含量在 0.4% 到 1.8% 之間，含量高的属于專門的建筑鋼。鋼中第三种含量是矽，矽能提高鋼的流限^①，降低鋼的时效硬化。附加料矽的坏作用是降低鋼的抗腐蝕性，并且使可焊性变坏。矽在鋼內的含量在 0.1 % 左右。近来为了提高鋼的耐腐蝕性，加一些銅进去，同时还可以改善鋼的力学性能。

硫和磷是鋼的有害杂质。硫使鋼有热脆性（加热时鋼变脆），所以含硫量大的鋼材不能用作鍛件和热弯工作。

普通建筑鋼含硫量不超过 0.07%，重要构件不超过 0.055%。磷使鋼产生冷脆性，換句話說，就是当冷加工的时候会使鋼材产生裂縫。磷的含量不应当超过 0.09%，重要构件不能超过 0.05%（这时候硫含量也不应当超过 0.05%）。按照特殊要求国定全苏标准—330—41（ГОСТ—330—41）規定普通鋼的硫、磷含量不可以超过 0.05%。

铆釘鋼的硫、磷含量还要小些。

① 流限是指流动性极限——譯者

为了获得高强度鋼（合金鋼）要加入許多稀有金屬做附加料，如：鎳（Ni）、鉻（Cr）、鉬（Mo）、釩（V）等。

根据“鋼結構設計标准”ГОСТ—960—46^①、建筑鋼結構采用平炉鋼、轉炉鋼、硷性轉炉鋼。鋼号如：СТ—Ос、СТ—2、СТ—3。这些鋼必須滿足ГОСТ—380—41A組的要求“熱軋碳素鋼的一般質量”。現在把鋼的类别和一般技术条件按照鋼材的性質和对流限和硫、磷极限含量的附加限制列在表1里。

鋼 的 性 質

表 1

名 称	鋼 号	限 度 拉/伸强度 公斤/平方毫米	限 度 流/伸强度 公斤/平方毫米	試件 延伸 率 (%)	元 素 含 量			鋼 的 冶 煉 方 法	
					碳	硫	磷		
						不 大 于			
			不 小 于		%				
一般热轧碳素鋼	Cr-Oc	32—47	19	18	{ 到0.23 到0.14 到0.14	0.060	0.070	平 炉 轉 炉 硷性轉炉	
	Cr-2	34—42	21	26		0.06—0.15	0.070		0.090
	Cr-3	38—47	22	21		0.070	0.090		
	Cr-2	34—42	21	26	0.14—0.22	0.035	0.050	平 炉	
	Cr-3	38—47	22	21	{ 到0.12 到0.12	0.055	0.050	平 炉 轉 炉 硷性轉炉	
	Cr-2	34—42	—	26		—	0.065		0.085
	Cr-3	38—47	—	22		—	0.065		0.030
鋼釘用热轧	Cr-2	34—42	—	26	—	0.030	0.050	平 炉	
碳素鋼	Cr-3	38—47	—	22	—	0.040	0.050	平 炉	

焊接結構所采用的鋼，除了滿足上述条件以外，还要滿足ГОСТ—380—41关于极限含碳量的要求。

鉚釘鋼采用平炉碳素鋼СТ—2、СТ—3，并且滿足ГОСТ—499—41熱軋碳素鉚釘鋼技术条件和現行标准（表1）。

轉炉和硷性轉炉鋼只准用在不直接承受动力荷載的构件，而且硷性轉炉沸騰鋼只能用在不低于負25°C的鉚接結構。

① 現在苏联已經改用新规范：“鋼結構設計标准与技术规范”（ННТУ—121—53），中譯本已于1957年5月由建筑工程出版社出版——譯者。

制造結構中受力构件所用的鋼的性質必須符合出厂証书。

无名号鋼（就是沒有出厂証书的鋼），如果經過試驗，它的力学性能不低于 C_T-Oc 号鋼就可以当做 C_T-Oc 号鋼，使用在鋼結構里。

沒有經過試驗的无名号鋼只能用在不用計算的連接构件，操作平台、护栏等結構中非受力构件。

附註：在不可能进行實驗室試驗的时候，可以用簡單試驗代替，如果把无名号鋼用在焊接結構里的时候，應該做可焊性的試驗。

鋼的簡化試驗方法之一是冷弯試驗，根据全苏标准—1633($OCT-1633$)的規定在压力机上进行。合格試件的特点如下：弯处不发生裂缝、裂口、脫层或者断裂。通常試件厚不超过30厘米。沒有压力試驗机的时候，用虎鉗弯曲試件也可以。

在苏联用优质鋼(銘錳鋼)做苏維埃宮的結構，所以这种鋼就叫做 AC 鋼(AC 是苏維埃宮兩字的縮写——譯者)。这种鋼是低碳鋼(含碳低于0.2%)，就是說这种鋼便于加工。鋼里杂质含量是：錳 $\approx 0.8\%$ 、矽 $\approx 0.3\%$ ，鉻 $\approx 0.6\%$ ，銅 $\approx 0.5\%$ ，其中后两种元素大大提高了鋼的抗腐蝕性。鋼的基本力学性質是：强度限52—62公斤/平方毫米；流限不小于36公斤/平方毫米；延伸率20%；抗冲击韧性纵向是10公斤/平方厘米，横向是7公斤/平方厘米。

受力构件的鋼材質量要符合制造厂的出厂証书。

各号鋼都应当加盖印記，压印数字高8—10毫米，寬5—6毫米。不同标号的鋼材应当分別保管，并且用顏色标志区分。标记打在端面，或者靠近端面的一側。

根据“鉚接結構制造規程”（ $H-97-45$ ，1946年苏联建筑工程出版社出版）建議采用下面各种顏色：

C_T-0 ：紅色和黃色

C_T-2 ：黃色

C_T-3 ：紅色

C_T-3 （桥梁鋼）：紅色和白色

C_T-4 ：黑色

C_T-5 ：綠色

C_T-2 （鉚釘鋼）。黃色和白色。

对于比較細的優質鋼，標記可以用头上涂着相应顏色的木牌標示。金屬的質量和公差（對軋件）必須滿足ГОСТ規定的和主管机关所規定的標準。在金屬加工以前要經過外觀檢查，斷定它的質量是不是好，它的尺寸是不是符合ГОСТ規定。測量鋼材的尺寸可以用鋼尺和千分尺。作外觀檢查的時候不應當有：脫層、斑疤、裂縫、折迭、砂眼等毛病，金屬邊（端面）不能銹蝕。脫層和砂眼的毛病，用錘頭輕輕敲打可以發現。如果沒有出廠證書，應當送到實驗室去化驗。

用于結構製造的有：等肢角鋼、鋼板和圓鋼；不等肢角鋼、槽鋼和工字鋼比較少用。近來開始採用軋制和拔制的無縫鋼管。

熱軋鋼的允許應力（拉伸、壓縮、彎曲等）列于表2，單位是公斤/平方厘米：

鋼的允許應力，公斤/平方厘米

表 2

應 力 種 類	型 鋼 号			
	Cr-Oc和Cr-2		Cr-3	
	荷 載			
	主要荷載	主要荷載 和 附加荷載	主要荷載	主要荷載 和 附加荷載
拉伸、壓縮、彎曲	1400	1600	1600	1800
剪切	900	1000	1000	1100
端面承壓	2100	2400	2400	2700
緊密接觸承壓	1100	1300	1300	1450
自由接觸時的徑向壓力	50	60	60	70

附註：對於單面固結在節點板上，或者是單面固結在其他零件上的構件，例如單根角鋼組成的構件，它的使用應力值降低25%。

根據ГОСТ—1644—42“鋼結構計算基本準則”進行荷載分類。

由優質鋼（СНК）做的軋件允許應力第一極限取2100公斤/平方厘米，第二極限取2500公斤/平方厘米。

对结构支承部分或者做其他用途,可以采用由碳素鋼 ($\Gamma OCT-977-41$) 做模型鑄件,或者由灰鑄鉄 ($\Gamma OCT-B-1412-42$) 鑄件,它的力学性質必須滿足表 3 的要求。

碳素鑄鋼和灰鑄鉄的力学性質

表 3

鑄鉄名称	鑄鉄号	拉伸强度	壓縮强度	挠曲强度	标准試件兩支支点之間的挠度		試件 5 倍計算长度的延伸率(%)
		度 限	度 限	度 限	600毫米	300毫米	
碳素鋼鑄件 ($\Gamma OCT-977-41$)	15—4020	40	—	—	—	—	20
	35—5015	50	—	—	—	—	15
灰鑄鉄鑄件 ($\Gamma OCT-B-1412-42$)	CY—12—28	12	50	28	6	2	—
	CY—15—32	15	60	32	7	2	—
	CY—18—36	18	67	36	8	2	—
	CY—21—40	21	75	40	8	2	—

鋼鑄件可以用做承受重載如象: 弯曲、拉伸、动力荷載(撞击)等的构件。

灰鑄鉄鑄件的基本优点是加工和鑄造容易, 抗腐蝕性强。但是脆性是鑄鉄的缺点。因此承受拉伸、弯曲、撞击的结构和构件不能用鑄鉄件。

碳素鋼鑄件的力学性質列于表 3。

計算变位和变形时采用纵向彈性模量 E , 对于軋制鋼和各号鑄鋼是: $E=2,100,000$ 公斤/平方厘米, 生鉄鑄件中 CY—21—40 和 CY—18—36 号的是 $E=1,000,000$ 公斤/平方厘米, CY—15—32 和 CY—12—28 号的是 $E=850,000$ 公斤/平方厘米 (軋鋼的剪切模量 $G=840,000$ 公斤/平方厘米)。

当溫度变化的时候, 各种鋼的綫膨脹系数都采用 $\alpha=0.000012$ 。

碳素鋼鑄件的允許应力 (公斤/平方厘米), 列在表 4; 灰鑄鉄的列在表 4 a。

碳素鋼鑄件的允許应力 公斤/平方厘米

表 4

应 力 种 类	碳 素 钢 号			
	15—4020		35—5015	
	荷 载			
	主要荷载	主要荷载 和 附加荷载	主要荷载	主要荷载 和 附加荷载
拉伸、压缩、弯曲	1200	1450	1500	1800
剪切	900	1100	1150	1400
端面承压	1800	2200	2500	2700
紧密接触承压	900	1100	1200	1450
自由接触时的径向承压	35	42	50	60

灰 鑄 铁 允 許 应 力

表4a

应 力 种 类	灰 鑄 铁 号			
	C4-12-22和C4-15-32		C4-18-36和C4-21-40	
	荷 載			
	主要荷載	主要荷載 加 附加荷載	主要荷載	主要荷載 加 附加荷載
中心承压和挠曲承压	1200	1450	1500	1800
挠曲受拉	350	400	450	550
剪切	250	300	350	400
端面承压	1700	2100	2100	2500
紧密接触局部承压	600	700	750	900

金屬結構构件联接可以采用铆接、精制(就是磨光)螺栓、粗制(帶軋制螺紋的)螺栓和斯拉維揚諾夫法(就是金属电极焊接法)。

近来在架設鋼結構中使用帶槽螺栓或者叫做铆釘螺栓。这种螺栓的螺杆上做有凹凸的縱紋，当装上螺栓以后用錘子把紋的突出表面打皺就能把孔填实。做这种螺栓活和铆釘相似，要先燒成灼热状态以后再放进去。

鉚接、螺栓接合和焊接的允許应力根据ГОСТ—960—46，同时根据螺栓或者鉚釘孔的形成方法(冲或者鉗)不同其应力值也不同。至于焊接的允許应力，就要看焊接方法和焊条涂料的质量而有所不同。

焊接可以采用手焊薄涂料焊条Э—34(ГОСТ—2523—44)和手焊厚涂料焊条Э—42以及埋在焊剂下的自动焊。

如果考虑特殊和偶然荷载(地震、架設荷载、临时荷载等)，那末允許应力应当比表2、4、41、322中所采用的主要荷载的允許应力增加25%。直接承受正常动荷载的焊接和鉚接结构的允許应力要乘上一个系数来使它降低，这个系数值决定于对构件加载的性质。

承压构件的允許应力，在驗算它的纵向弯曲的时候应当乘以中心受压纵向弯曲构件的允許应力折减系数 ϕ 予以降低；在計算偏心压杆的时候要乘以允許应力折减系数 ϕ_{BN} 。

由于有各种标号的鋼，自然就产生怎样正确选择的问题。

沒有經過試驗的鋼可以用作不受力构件和不用計算的连接构件(垫板、垫圈、护栏和栏杆等)。

C_T—0_c号鋼由于力学性质很不一律，差異很大，特别是在流限方面，所以只用于不重要的结构和附属构件，例如：饋綫支柱、不高的天綫杆和不高的木支柱零件。

C_T—2号鋼用于輕型结构，例如在筑塔工程中做中等高度的天綫塔、饋綫支柱、螺栓、木结构的鋼箍以及高桅杆塔和自立塔的腹杆，这些构件多半根据挠性来选择。

C_T—3号鋼是用来做一些重型结构，和承受动力作用的结构(高桅杆塔、自立塔以及塔的一些重要零件例如：螺栓、鋼箍、拉杆等)的主要材料。对于建在溫度較低地区的天綫鉄塔，建議不要使用硷性轉炉鋼。

C_T—4及C_T—5号鋼由于太硬，加工困难，在建筑结构中几乎不采用。这种鋼在筑塔工程中用于重要机械零件，例如：螺旋拉杆、

螺栓以及易受磨損的結構零件（軸、肖子等）。

優質鋼（C.Π.K）用于受重荷載的高塔弦杆以及需要結構重量輕的塔上。因為腹杆多半根據長細比選用，還是常用普通建築鋼來做。

對於綫路配件使用可鍛鑄鐵，在輸電綫路工程中可鍛鑄鐵件應用得很廣。

由白鑄鐵做的鑄件叫可鍛鑄鐵件，在熱處理（均熱）過程完成以後沒有被碳化，于是由脆硬變成有一定限度的韌性，可以鍛冶，容易加工。在可鍛鑄鐵件斷口中有多半由碳和純鐵體構成的黑天鵝絨色的組織和四周發亮的圓圈。若干種可鍛鑄鐵按它的力學性質（強度限和延伸率方面）和建築鋼相近，例如 K7—37—12 和 K7—35—10 號生鐵〔第一項數字表示拉伸強度限，單位是公斤/平方毫米，第二項數字是表示延伸率，以百分數表示（FOOT—1215—41）〕。通常在可鍛鑄鐵件加工以後再用熱鍍法鍍上鋅。

金屬由於遭受腐蝕而損失極大，每年幾乎要達到萬噸。保護金屬使避免腐蝕的最常用的辦法是在表面塗上幾層油漆。第一層叫做底子，是基本保護層，次層是為了保護底子不使剝落用的。底子最好是用天然阿立夫油并且加有散佈均勻的顏料附加劑。附加劑可以減小阿立夫油的龜裂。混合劑最好是用鉛丹，其次是綠青（綠色）也常用更加便宜的鐵丹。對漆的基本要求是：附着性好、層薄、快干。油漆的質量決定於清除表面污垢、銹蝕和氧化皮等的程度。清潔表面要用鋼刷、噴砂機或者是用酸洗法。近來對鋼使用火沽法。最可靠的清潔方法是酸洗法，其次是用噴砂機，再次用鋼刷。對於放在水和土中的結構的防腐可以塗上一層瀝青漆（康滋涅茨漆、格米洛夫工廠出的漆、伏拉基米爾化學工廠出的主要成份是甲苯的瀝青漆等，其中要算後面一種最好，但是特別少）。

鋼中所含的雜質例如：銅、鉻、鎳、磷等能加強鋼的抗蝕性。因為這些雜質都能形成抗蝕性能特別強的保護膜，但是這種薄膜在水中容易被破壞，因此這種鋼用在水裡是不合適的。價廉而且抗蝕性強的一種鋼是含銅的鋼，其中含銅約 0.2%。

除了塗油漆之外还可以用鍍一層有色金屬膜的方法來保護鋼，最常用的有色金屬是鋅、鋁、銅。保護膜可以用電鍍法或者是噴鍍金屬法。噴鍍金屬法是用一種專門機械—噴霧器來噴洒，此外可以用熱鍍鋅法。電鍍鋅法比較好，因為用噴鍍法的時候單位面積噴鍍金屬用量很大，此外噴鍍法很難達到比較厚的薄膜，而且不易鍍得均勻。使用電鍍法必須用酸洗法清潔表面，至於噴鍍法只要用噴砂機清潔表面就夠了。熱鍍鋅法由於薄膜層厚，用鋅量比電鍍法多。

在運輸困難的條件下（空運）或者那里要求塔的重量輕的時候，使用鋁合金—硬鋁鋁管、角鋼。純鋁管因為它的力學性質不高所以很少使用。

硬鋁的基本力學性質是：淬火的，強度限是34—38公斤/平方毫米，延伸率是13—15%；淬火并經冷作過的相應是51—53公斤/平方毫米，5%；退火的相應是18—25公斤/平方毫米，12%。它的比重是2.7；彈性模量是5000—7000公斤/平方毫米；管與管連接採用鑄件。

硬鋁的化學成份是：銅3.5—5.0%；矽不大於1.0%；鐵不超過1.0%；錳0.4—0.85%；鎂0.3—0.7%；其餘是鋁。管的尺寸、直徑由20/18（分子表示外徑，分母表示內徑）到115/103毫米。

硬鋁管和鋁管的連接使用鑄件，形式有管接頭、T形接頭和四通管接頭等，都是由矽鋁鑄造合金鑄造。此外鋁制零件和鋁合金制零件的連接可使用熔劑氣焊。

矽鋁合金的基本特性是：拉伸強度限17—22公斤/平方毫米；延伸率5%—8%；比重2.65。它的化學成份是：矽12%—13%；鐵不超過0.7%，其餘是鋁。

為了更均勻地傳遞相連接的表面壓力，例如絕緣子端面，絕緣子支承配件和法蘭盤，金屬結構端面等應該使用板式和帶式墊板，墊板用標號是M3雜質含量0.5%的紅銅做，有時也可以用雜質含量不超過0.5%的AI號鋁來做，但用得比較少。

絕緣子下的金屬墊板必須使用退火金屬做，厚度由10分之1到

2 分之 1 毫米。

訂貨的時候必須向供應部門說明金屬的軟度，就是退火的要求。在架設條件要求鋁板必須退火，實際上是不可能的；因為鋁退火時要在硝石槽中進行，溫度是 350°C ，無論退火時或是逐漸冷卻時，溫度都要保證足夠精確。銅板退火絕對不能夠直接在火上加熱，要在燒成櫻桃紅色的鋼板上或者最好是生鐵板上進行，加熱以後銅板要迅速冷卻，譬如放在冷水里。

退火紅銅的強度限是 18—20 公斤/平方毫米，延伸率是 30—35 %；硬鋁的強度限是 25—27 公斤/平方毫米，延伸率是 4 %。

厚度 0.3—0.9 毫米的退火鋁板它的拉伸強度限不小於 7.5 公斤/平方毫米，延伸率不低於 28 %；厚度 1.0—3.5 毫米的相應是 7.5 公斤/平方毫米和 2.7 %；硬鋁板強度限是 15 公斤/平方毫米，延伸率是 3.5—4.0 %。

用於天綫結構中的各種軸承、軸瓦、螺母等零件是用的標號 $\text{БР}-0\Pi\text{C}-6-6-3$ 含錫青銅做的，其中含錫量 6 %、鋅 6 %、鉛 3 %。

這種青銅的力學性質是：拉伸強度限是 15—18 公斤/平方毫米，延伸率是 4 %—8 %，波氏硬度是 60 和 75。前面數字是指金屬冷模鑄造的，後面的是指用砂型鑄造的。

重要軸承和電動機使用的軸承，局部承受強大摩擦力的軸承，例如齒輪轉動、渦輪傳動、摩擦傳動等軸承使用標號 $\text{БР}0\phi-10-1$ 的錫—磷青銅，其中錫含 10 %、磷 1 % 重量。這種青銅的力學性質是：拉伸強度限 26 公斤/平方毫米；延伸率 3 %；波氏硬度 120。這種青銅用金屬冷模鑄造。

承受高比壓的軸承使用錫鋁青銅製造，標號 $\text{БР.0C}-8-12$ ，其中含錫 8 %、鉛 12 %。力學性質是：拉伸強度限 15 公斤/平方毫米，延伸率 3 %；波氏硬度是 65—75，也是用金屬冷模鑄造。

§ 2. 鋼 絞 綫

天綫設備中例如鐵塔的拉綫、吊索，起重設備等都要使用鋼絞綫。

對鋼絞綫的基本要求是：要有極高的拉伸限，在各種露天條件

下有长的使用期。

根据工作条件来選擇使用柔性的或剛性的鋼絞綫。滑車、滑輪、滾筒等（活動索具）上用的絞綫必須是柔性的；用在支承結構構件（不動索具）上的必須是剛性鋼絞綫。在必須用卵形絕緣子將天綫塔拉綫和承重吊索分成短的綫段的時候一般最好使用柔性鋼絞綫（鋼絲繩）。

鋼絞綫是高碳（含碳量0.3—1.3%）鋼絲制成。鋼絲中和在普通建築鋼中一樣含有一些雜質（錳、矽、硫、磷等）錳和矽對鋼絲的力學性質起好的作用，但硫磷則起壞的作用。鋼絞綫中用的鋼絲有裸露的（表面不加防腐物的）和鍍鋅的兩種。

鋼絲是用直徑5—7毫米的鋼盤條拉制的。拔絲就是使鋼條通過拉綫板孔使鋼條變細的一道工序。近來有用硬合金等製造。盤條表面通常覆蓋著一層氧化膜，因此在拔制盤條以前應該在熱硫酸中把它腐蝕掉。做腐蝕處理之所以必要是因為氧化膜會嚴重破壞拉綫板孔。將鋼絲拔到需要的直徑要經過若干次退火。鋼絲淬火在氣體中或是在熱砂中進行。

為了防止鋼絲腐蝕，可在外面復一層鋅，可以用電解法（電鍍鋅法）或者用熱鍍鋅法；但是後一種方法逐漸代替了前一種方法。

為了增加柔度提高它的抗撞擊性，鋼絞索採用有機物心子。這種心子的另一個好處是能夠吸收油質。大蘆、黃蘆、馬尼拉蘆和西扎利蘆（墨西哥產的一種蘆——譯者）都可做心子的材料。根據特別的要求，小直徑鋼絞綫也有用綿紙和亞麻紗做心子的。為了提高有機物心子使用期，應該用不含酸或者鹼的各種天然或人工油脂將心子浸透。西扎利蘆和馬尼拉蘆也要用油浸過。

鋼絞綫的構造和型式非常多，天綫設備中採用的鋼絞綫有單向編織或螺旋編織的（圖1a）和双向編織（繩式）的（圖1b）。繩式編織式的鋼絞綫是由若干根螺旋狀編成的綫組成，每一綫又由若干鋼絲組成。它的編織方法也是螺旋形的。綫中各絲編織方向不同，並且綫與綫編方向也不同，這種編織方法叫十字式；另一種編織形式是阿爾別托夫式，它的綫中各絲和各綫編織方向一致。阿爾別托

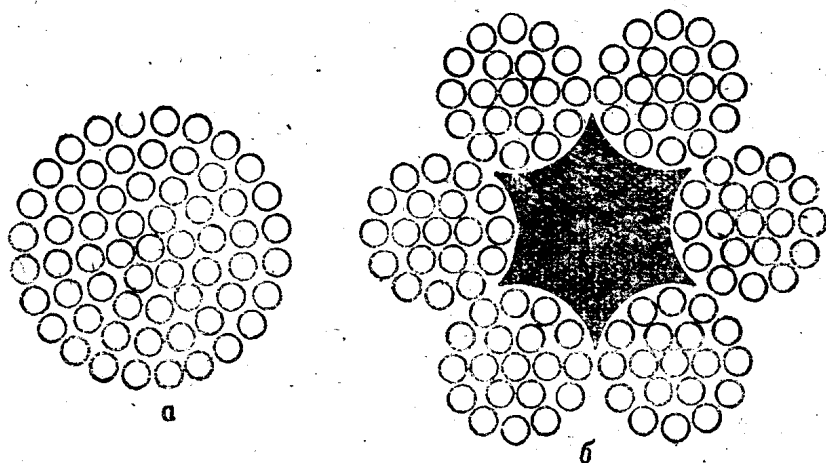


图 1. 鋼絞綫

a. 螺旋式的 (單向編織) b. 繩式 (双向編織)

夾式編織的鋼絞綫用在活動索具中 (起重設備) 比較好, 但是容易自己扭曲, 編織方向可左可右。一般是十字式右編織法編的。

鋼絞綫由強度限 240 公斤/平方毫米的鋼絲制成。平均直徑是 0.5—3.0 毫米的鋼絲通常最大強度限是 180—200 公斤/平方毫米。由於鋼絲經過編織, 鋼絞綫的強度不能達到每根絲強度的總和。螺旋式鋼絞綫的強度要減低 10%—12%。有一根麻心的絞索減低 20%; 有一根鋼心的減低到 10%。必須考慮到鋼絲經過熱鍍鋅後強度限大約要降低 10%。

縱向彈性模量是鋼絞綫的基本性質之一。顯然, 由於經過編織鋼絞綫的彈性模量比鋼絲小些, 並且決定於鋼絞綫的構造。鋼絞綫的縱向彈性模量可按杰尼克院士的近似計算公式求得:

$$E_k = E \cos^4 \phi \cos^4 \psi \quad (2.1)$$

式中: E_k = 鋼絞綫的縱向彈性模量;

E = 鋼絲的彈性模量;

ϕ = 各綫中鋼絲的編織角;