

鋼筋混凝土雙曲綫型 冷卻塔的建築經驗

苏联 И. Ф. 奧特利符諾依

Ш. X. 庫拉赫米托夫 Н. Я. 杜爾勤著

侯慧真譯 黃偉謀校訂

電力工業出版社

目 录

緒言.....	2
冷却塔的概述.....	2
施工方法.....	9
通風筒的建造.....	15
冷却塔的調整試驗.....	39
建筑冷却塔时採用的工作時間定額及工程造价.....	40
双曲綫冷却塔与点滴式冷却塔的比較.....	43

緒 言

鋼筋混凝土雙曲綫型冷卻塔的建築經驗

1949年某中心熱電廠曾經建築了一座鋼筋混凝土雙曲綫型冷卻塔(圖1),經運行試驗,表明了這種冷卻塔較其它型式的冷卻塔有着一系列的優點。

冷卻塔的建築曾遭遇到一些困難,因為它是一個壁厚為350至100公厘,尺寸很大的傾斜的鋼筋混凝土雙曲綫迴轉體的構築物。

冷卻塔的概述

建成的鋼筋混凝土雙曲綫型冷卻塔澆水面積為1520公尺²。其最大出力為12 000公尺³/小時。冷卻塔在地面以上高55.30公尺,地面以下部分高度為2.25公尺,總高57.55公尺。直徑為50.4公尺。澆水器為點滴-薄膜式,由三個區部組成:

冷卻塔佔地面積為1994公尺²。

冷卻塔的構造示於圖20。

水沿着鋼筋混凝土進水溝1進入冷卻塔,並從進水溝進入配水塔2,水自配水塔沿配水槽及澆水槽落下至木制混合式(點滴-薄膜)澆水裝置3上。

水經過澆水裝置流入冷卻塔貯水池4中,自貯水池沿鋼筋混凝土回水溝5流出。

冷卻水的裝置,設在鋼筋混凝土雙曲綫型通風筒6內。通風

① 冷卻塔的設計者是蘇聯火力發電設計院莫斯科分院工程師E. M. 布尔緬斯切爾。

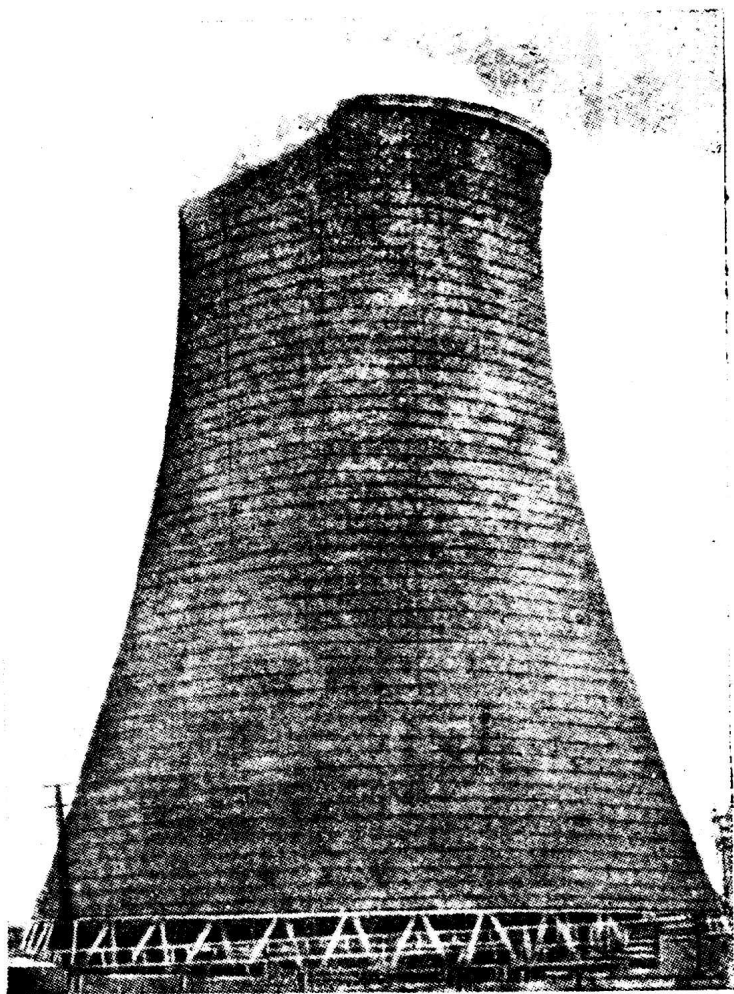


圖 1

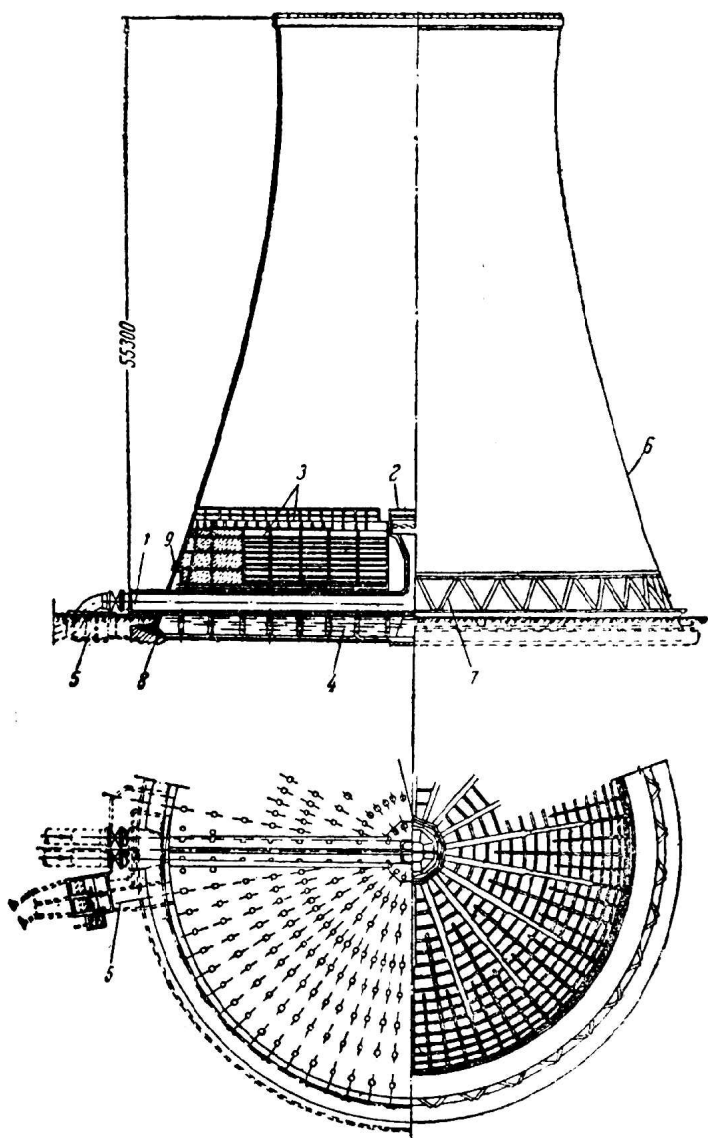


圖 2

溫度縫的簷板 a (圖 3)。斜柱是冷却塔应力最大的構件, 共 36 对, 断面为八角形, 其中配有大量鋼筋。

上部支承环与斜柱的上部相連, 並將塔的荷重傳於斜柱上, 上部支承环也同时是通風筒壳体的基础。

通風筒壳体下部的厚度为 350 公厘, 向上則厚度遞減, 在 20.3 公尺高度处为 100 公厘, 以后不再繼續減少。沿着通風筒邊緣設有帶欄杆的通行平台, 用以檢查冷却塔的运行情况。

平台欄杆同时也是避雷針。避雷針导綫用六根埋於通風筒內的鋼筋制成, 接头用电焊焊接, 並与斜柱鋼筋連接。

在邊緣的通行平台上設有孔洞, 可作为通过 在 檢修工作中和在运行时檢查冷却塔通風筒提升吊籃用的索具。

冷却塔貯水池用鋼筋混凝土隔牆分成兩部分, 每一部分深为 1.8 公尺, 底部是鋼筋混凝土的, 並有防水層。在水池底板上支有支承澆水裝置木制骨架支柱的鋼筋混凝土支柱。

水池的有效容积为 1600 公尺³。

水由兩条直徑各为 1000 公厘的鋼管进入冷却塔。每一水管在冷却塔进口处設有閥門。鋼管用填料式套管結束, 此套管澆在鋼筋混凝土进水溝入口混凝土上。运行經驗表明, 在进水溝入口处为避免閥門冻结应設閥門保暖箱。每一进水溝面积为 1.9×0.88 公尺。

水自进水溝进入豎立着的鋼筋混凝土分配水塔, 塔上端为 18 边形的配水箱。分配水塔被鋼筋混凝土隔板分成兩部分。这样可使冷却塔半部进行檢修时, 可能將該部停止工作。

水自分配水塔經木制叠梁閘板流入澆水裝置的配水槽內。

澆水裝置 (圖 4) 系由三个区部組成。

第 1 区部沿通風筒外圍佈置, 由三層傾斜放置, 厚 10 公厘木板造成的膜板組成。第 1 区部是澆水裝置的主要工作部分。

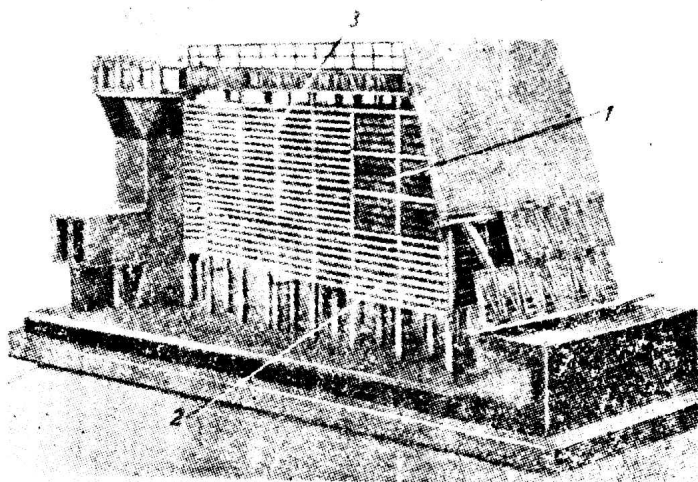


圖 4

第 3 区部佈置靠近冷却塔中心，是由傾斜並切綫放置，厚 10 公厘的成排導水板組成。

第 2 区部佈置在第 1 和第 3 区部的下面，由八層切綫放置的三角形濺水條組成。

各区部的板條鋪設在水平夾板上，而水平夾板系固定在濺水器支柱上，構成濺水裝置骨架。

沿着自外圍至中心的方向，在所有区部內，用板條填充濺水器，同時板條間的距离逐漸增大。

第 1 区部靠近周边的一半膜板用 120×10 公厘的板製做，靠近中心的另一半系用 100×10 公厘板製做，板間的距离對於以上二種板均保持不變，等於 50 公厘。

第 3 区部內按從中心到周边的遠近程度，板間距离自 120 減至 80 公厘。

在第 3 区部內，沿自外圍至中心的方向，板條距离自 200 增至

300 公厘。

所有第 1 区部和第 3 区部的膜板和导水板都具有 61° 傾斜角。

板条的高度在外圍处为 7 公尺，在配水塔处为 6 公尺。这是由沿着自外圍至中心方向减少溅水器第 3 区部各層的长度造成的。

为了安設第 2 区部的板条及第 3 区部的板，在夾板上做有适当形狀的切口。板条及板系用鍍鋅釘釘在夾板上。溅水器夾板及支柱的架設系用鍍鋅螺栓固定。

在溅水器上部橫樑上設有玻璃造的溅水碟，水自 0.53 公尺高处自溅水器的水槽通过塑料制的噴嘴落下到溅水碟上。

噴嘴採用直徑为 26、24、22 及 20 公厘等四种尺寸，並且是不均衡地放置着。靠近周边数目要多些，因此在外圍的溅水密度为平均溅水密度的 167%，中心則只有 33%。

全部噴嘴規定为 2592 个。溅水槽系按同心圓佈置。其底的标高为 8.04 公尺，其間距在外圍处为 0.8 公尺，在中心則为 1.25 公尺^①。

溅水槽寬度在中心为 85 公厘，其余均为 100 公厘。

外圍的兩列高 640 公厘，全部溅水槽的高度，除外圍兩列外，高 590 公厘。靠近冷却塔壳体的三列溅水槽的槽壁被做成傾斜。配水槽佈置成輻射形，寬度不等。沿着从配水塔方向逐漸变狹，在出口处寬度为 380 公厘至在外圍为 240 公厘。配水槽寬度共改变三次，平均为 310 公厘。

配水槽高度不变等於 860 公厘。

水从冷却塔貯水池沿着兩条回水溝流出，以后連接到一条总溝內，在檢查井內設有淨水網柵和二重叠梁閘板。回水溝系用鋼

① 原書“外圍为 1.25 公尺，中心为 0.8 公尺”疑系“外圍处为 0.8 公尺，中心則为 1.25 公尺”之誤。——校者

筋混凝土建造。

为了上至溅水装置和通风筒边缘平台上，設有金屬樓梯。在与溅水装置同一水平位置的壳体壁上設有向外开啓的橢圓形門，对着門在樓梯上設有帶欄杆的进入平台，在樓梯平台上面設有爬梯。

冷却塔做有整套悬挂的裝設档板。在冬季来临时將其裝設在冷却塔上下支承环之間。

为了悬挂这些档板，在上部支承环上預埋有吊鉤。

工 程 量

鋼筋混凝土双曲綫冷却塔主要結構部分的工程量，可由下列数字說明(表 1)。

表 1

結構部件名称	混 凝 土 m ³	鋼筋混凝土 m ³	木 材 m ³
基础下混凝土垫層	400	—	—
冷却塔下部支承环	—	375	—
冷却塔通风筒，包括边缘	—	767	—
池底，隔牆及支持冷却水装置骨架的支柱	—	547	—
进水溝和配水塔	—	51	—
溅水和配水装置	—	—	872
共 計	400	1740	872

施 工 方 法

总的工作順序

鋼筋混凝土冷却塔通风筒的建造工作，曾用鋼管脚手架及鋼制移动模板进行施工。

在建造冷却塔前的准备过程中，曾做了与构筑物比例为 1:50 的冷却塔通风筒模型(圖 5)，帶有鋼管腳手架，外部懸掛吊籃及鋼制移動式模板，以及与实物尺寸比例为 1:25 的 1/36 冷却塔澆水器(圖 4)。

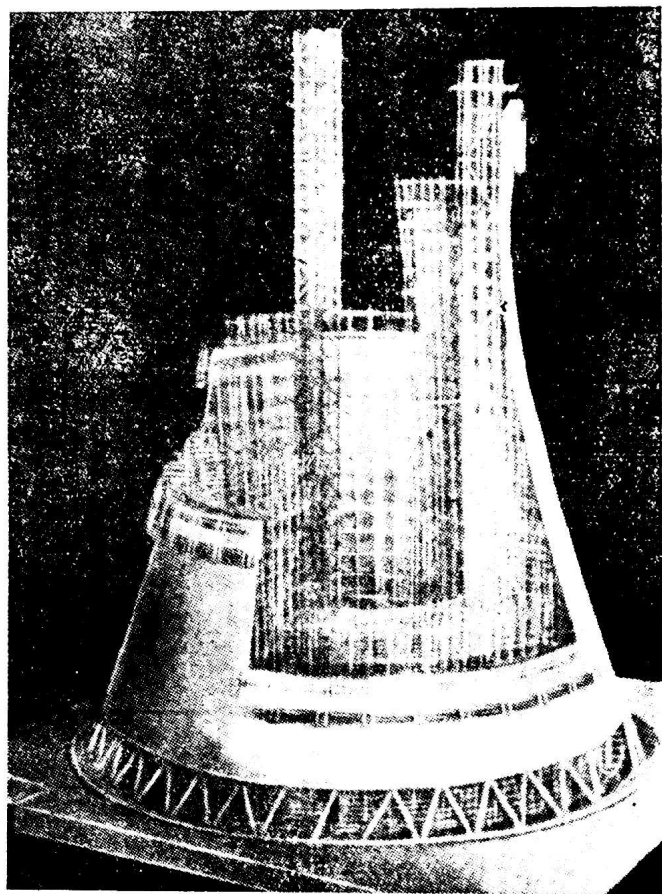


圖 5

在模型上曾研究了構築物的建造方法並研究了一系列施工的

施工設計問題。

所採用的工作順序及其時間示於圖表內(圖 6)。

項目	工作名称	1948	1949 年												總計	
		月														
		XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI		XII
1	2															
1	土方工程	—														
2	貯水池底部第一層澆灌混凝土		—													
3	下部支承環澆灌混凝土			—												
4	斜柱与上部支承環澆灌混凝土						—									
5	脚手架塊体安裝					I										
6	薄壳澆灌混凝土及脚手架的接長							—	—							
7	邊緣澆灌混凝土										I					
8	薄壳外表面处理											I				
9	薄壳防水層										—	—				
10	拆除脚手架												I			
11	进水塔澆灌混凝土													I		
12	进水溝澆灌混凝土														I	
13	外部水工樞紐澆灌混凝土															I
14	第1半部澆水器的制备及安裝													—	—	
15	第2半部澆水器的制备及安裝															—

圖 6

土方工作完結以後，進行底部墊層及下部支承環的澆灌混凝土工作，並同時進行架設第一層腳手架。

其次，進行斜柱與上部支承環的澆灌混凝土工作。

然後，進行澆灌薄壳。在薄壳澆灌混凝土的同時，下面又進行防水工程，並開始澆灌配水塔的混凝土。

鋼管腳手架的接長，以及井式升降機的安装和接長工作與壳体混凝土的澆灌工作幾乎同時進行，並超越后者一點。外部樓梯

的安裝，在薄壳澆灌完了以后进行。

薄壳澆筑竣工后，进行鋼管脚手架及井式升降机的拆除工作。然后进行底部第二層澆灌混凝土，回水溝及支承溅水裝置鋼筋混凝土支柱的安裝工作。随后开始安裝溅水裝置。澆灌外部混凝土环形簷板及建筑进水溝等工作均在冷却塔薄壳澆灌混凝土工作后进行。

在苏联中部地区，按計算最宜於在夏季温暖的月份开始进行薄壳的澆灌混凝土工作。因此，下部支承环的澆灌混凝土工作，在压缩冷却塔的建造期限时，应合理的在冬季月份内进行。

土方工程

冷却塔基槽的土方工程系用容量 5 公尺³的鏟土机进行，部分用水力机械化方法进行。

此时为了避免弄湿基础土壤，土壤只挖至設計标高上 0.5 公尺。

混凝土工程

如前所述，澆灌冷却塔基础垫層的混凝土是在冬季条件下进行的，同时採用了保暖蒸汽盤管进行表面加热。

澆灌混凝土系自底部的中心向周边进行。混凝土系用自动傾翻汽車卸入，並於澆灌时用平面振動器搗实。

当在冬季澆筑下部支承环时，曾採用輕便的环狀暖棚（圖7）。

暖棚具有蒸汽暖气設備。其保暖設備系用盤管制做，暖棚外壁用盖在模板立柱上的三夾板做成。

下部支承环的混凝土标号为 140 号。在澆筑混凝土时，用振動器搗固。

斜柱是鋼筋混凝土冷却塔的最大承重構件。按照工作条件，

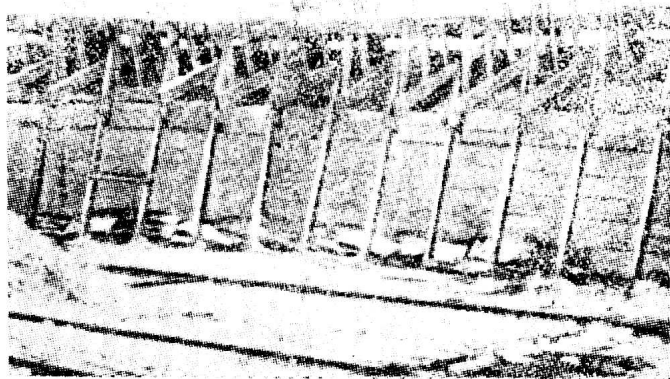


圖 7

斜柱用的混凝土应具有抗冻性和不透水性。混凝土的设计标号为 170 号。

浇筑柱混凝土的模板系采用装配式拼板。

圖 8 为將混凝土澆入斜柱內的示意圖。澆筑混凝土时用深式振動器搗固。

上部支承环和斜柱一起澆灌。

混凝土系用悬臂式起重机运至脚手架上。

斜柱的混凝土体积为 27 公尺³。上支承环的混凝土体积为 40 公尺³。当混凝土用量不大时，应特别注意控制制备好的混凝土的质量。由于没有精确配合混凝土的中心工厂，曾設立了当地的精确配合混凝土成分的混凝土站。为了使模板安设得准确，曾採用了样板。

混凝土沿每节为 1 公尺的溜槽灌入斜柱內。澆灌混凝土时不准間断。

澆筑第一層混凝土底时採用了平面振動器。在綁紮鋼筋时留

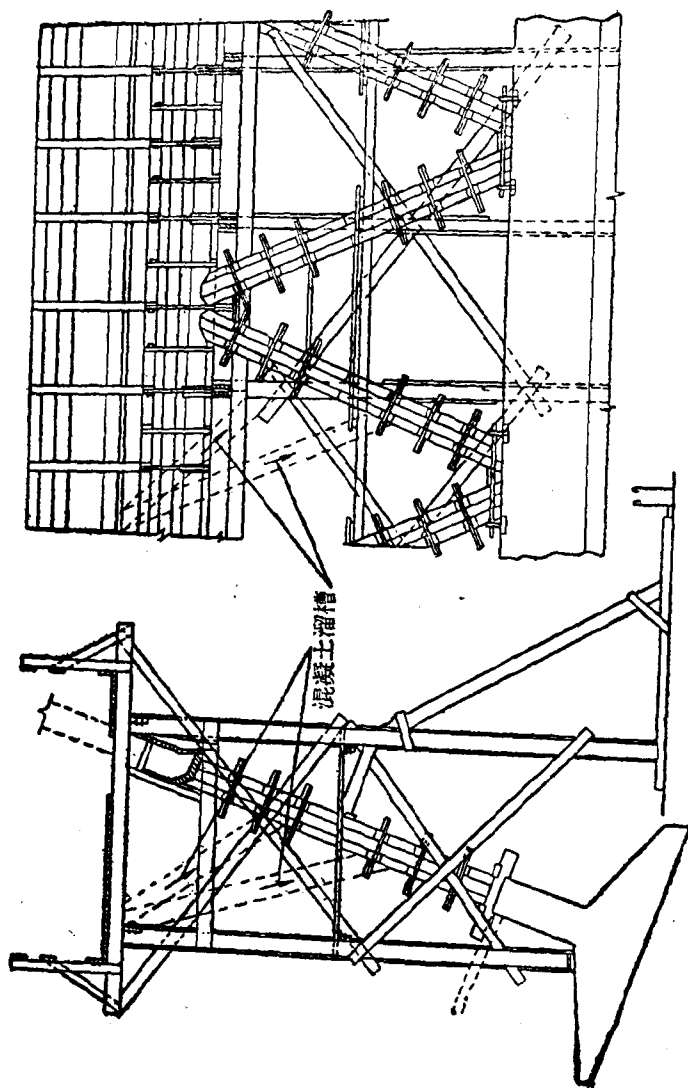


圖 8

出为支承溅水装置支柱、进水溝支柱和貯水池隔牆用的出头。

在温度縫处放上用油紙包裹的三夾板。在混凝土澆筑 5~7 天后取出三夾板和油紙，並用瀝青填充。

从上部支承环到邊緣的壳体混凝土澆灌，是在鋼制移动模板内进行。为了沿着冷却塔通風筒內部的模板进行工作，曾採用了鋼管脚手架。

在通風筒壳体外面向鋼管脚手架悬挂吊籃，該吊籃系用手動式卷揚机升起及降下(圖 9)。

通風筒的建造

模 板

壳体的鋼制移动式模板是采用四种型式的鋼制型板(圖 10)。

1. “标准”模板，高 990 公厘，寬 500 公厘。标准模板按其側边接板位置的不同

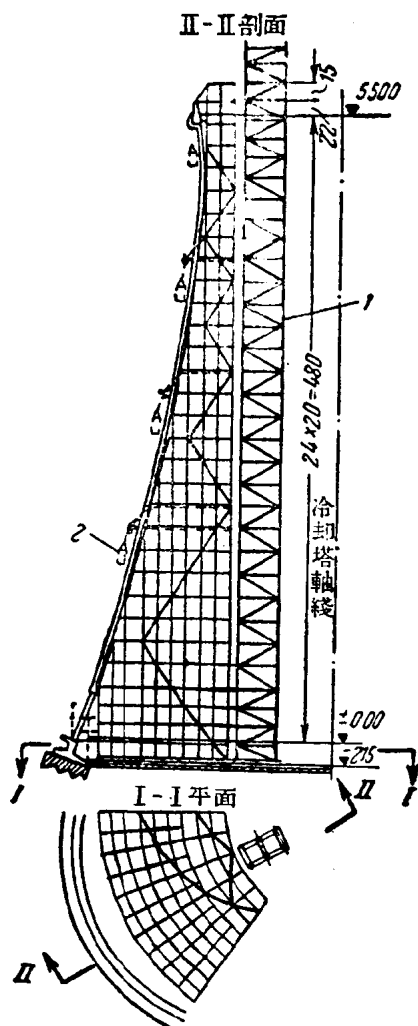


圖 9

