

双曲线冷却塔
附着式三角架施工

中国建筑工程出版社

双曲线冷却塔 附着式三角架施工

河北省第一建筑公司 编著

中国建筑工程出版社

本书主要介绍用附着式三角架代替脚手架进行现浇钢筋混凝土双曲线冷却塔筒壁的施工方法。着重叙述了附着式三角架、模板、钢竖井架及其附属设备的构造、设计和组装，筒壁钢筋、模板的施工和混凝土的浇灌，预留孔的堵塞等施工工艺；对环梁以下部分的设计改革和施工、塔芯淋水装置的预制和吊装、淋水板的工艺改革等也作了介绍。

本书可供基本建设单位工人、施工和设计技术人员学习参考。

* * *

全书由杜益彦同志执笔编写。书中提到的“河北省第二建筑公司”和“原建工部八局二公司”均为本书编著单位前身。

双曲线冷却塔附着式三角架施工

河北省第一建筑公司 编著

*

中国建筑工业出版社出版（北京西郊百万庄）
新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售
中国建筑工业出版社印刷厂印刷

*

开本：787×1092毫米 1/32 印张：4 7/8 字数：104 千字
1975年9月第一版 1975年9月第一次印刷
印数：1—13,550 册 定价：0.36 元
统一书号：15040·3230

毛 主 席 语 录

鼓足干劲，力争上游，多快好省地
建设社会主义。

我们的方针要放在什么基点上？放
在自己力量的基点上，叫做自力更生。

我们必须打破常规，尽量采用先进
技术，在一个不太长的历史时期内，把
我国建设成为一个社会主义的现代化的
强国。

前 言

在毛主席无产阶级革命路线的指引下，在批林批孔运动的推动下，我国社会主义革命和社会主义建设取得了伟大的成就。基本建设战线也取得了很大的成绩。

为了加快基本建设的步伐，更好地完成国家基本建设任务，必须依靠群众，发动群众进行技术革新和技术革命，不断革新施工工艺，提高施工技术水平。本书介绍的钢筋混凝土双曲线冷却塔附着式三角架施工，是我国基本建设战线的广大职工，坚持“独立自主，自力更生”方针，大搞技术革新创造的一项新的施工方法。

电厂双曲线冷却塔的施工，过去都搭设大量的脚手架，耗用木材多，施工进度慢。1961年河北省第二建筑公司在河北省下花园电厂冷却塔的 building 中，开始采用附着式三角架施工，它同原有工艺相比，仅脚手杆和8号铅丝一项，就可以节约材料六分之五，同时施工进度大大加快。十几年来，这项施工工艺经过各单位在实践中不断地改进和提高，已经比较完善和成熟。它具有施工速度快、劳动条件好、降低工程造价等优点，为多快好省地发展我国电力建设事业起了一定的作用。

为了推广这一先进的施工方法，我们学习了一些单位的先进经验，结合原建工部八局二公司在施工中的实践和体会，编写了这本书，供各单位在施工中参考。但由于我们的实践有局限性，技术水平不高，书中难免有错误和不妥之处，希望读者给予批评指正。

1974年12月于保定

目 录

前 言

第一章 概述	1
第一节 双曲线冷却塔的组成部分	2
第二节 双曲线冷却塔施工概述	5
第三节 筒壁的几种施工方案	7
第二章 双曲线冷却塔附着式三角架施工的 准备工作	11
第一节 总体安排和施工总平面布置	11
第二节 技术准备	13
第三节 施工专用机具设备的准备	20
第四节 安全施工的要求	40
第三章 环梁以下部分的施工	44
第一节 测量放线	44
第二节 土方工程	46
第三节 环梁、人字柱V型组合构件的预制和吊装	48
第四节 环形基础和池壁混凝土的施工	57
第四章 筒壁附着式三角架施工	59
第一节 筒壁附着式三角架施工简介	59
第二节 模板、三角架的设计和制作	63
第三节 非标准节的施工及其改进	68
第四节 筒壁附着式三角架施工	72
第五节 塔顶刚性环的施工	94
第六节 筒壁最后三节模板的拆除方法	95
第七节 塔顶栏杆、避雷针和筒壁外爬梯的施工	96

第八节 钢竖井架的拆除	98
第九节 筒壁防腐剂的施工	98
第五章 塔芯淋水装置的加工	104
第一节 几种钢筋混凝土构件的施工方法	106
第二节 铅丝水泥网格板的施工	109
第六章 塔芯淋水装置的吊装	117
第一节 塔芯主要构件的几种吊装方案	117
第二节 环行吊车的设计、安装和拆除	123
第七章 冷却塔的冬季施工	128
附录一 井架升降平台(吊桥)加工图	131
附录二 1500~2000平方米双曲线冷却塔 施工专用三角架	137
附录三 2000平方米双曲线冷却塔环行吊车施工图	140

第一章 概 述

在电力、冶金、石油化工和机械制造等工业企业中，以水作为冷却剂，来满足某些生产工艺过程中的冷却要求已日益广泛。

冷却水的供水形式，一般可分直流供水和循环供水两种。所谓直流供水，就是从水源送来的水，经过冷却设备以后，将变热了的水排入江河或农田沟渠。循环供水，是将经过冷却设备而变热的水，通过专门设备将热水变冷以后，供再次循环重复使用，中途只需补充少量的损失水。这种循环供水形式，适用于水源不丰富，冷却水需用量又很大的地区。我国北方的热电厂，一般都采用循环供水的冷却形式。在水源比较丰富的南方地区，为了节约用水，也有采用循环供水的冷却形式的。

循环水的冷却系统，一般由给水泵、循环水沟（管）和冷却塔（或喷水池）等几部分所组成。

水冷却的构筑物，一般有三种型式：1.喷水池——自然冷却；2.机械通风冷却塔；3.自然通风双曲线型冷却塔。

喷水池适用于平面供水系统，其缺点主要是冷却效率低，水的损失量较大，对周围环境影响面大和占地面积大。

机械通风冷却塔，目前还存在着耗电量大、通风设备维修量大、维护费用高等缺点。一般在有机机械通风设备的地区应用。

自然通风双曲线冷却塔，具有冷却效率高，经常维护费

用少、不需设置专门的通风机械设备、占地面积小等优点，其缺点是一次投资大，施工比较复杂。但在投产使用中，由于能节约大量的维护费，所以经济效益比较显著。因此，在当前的电站建设中，被广泛采用。

第一节 双曲线冷却塔的组成部分

双曲线冷却塔一般分成：1.蓄水池；2.人字柱；3.环梁；4.筒壁；5.刚性环；6.塔芯淋水装置等六大部分。如图1-1所示。其中人字柱、环梁、筒壁和刚性环等部分统称为筒身。

1.蓄水池 是蓄存经过塔芯淋水装置冷却后的冷却水。水池抗渗要求比较高。过去一般的设计方案是在池底150号混凝土垫层上，做两到三遍沥青防水层，然后再做钢筋混凝土底板；在池底和池壁抹20毫米厚防水砂浆面层。池壁和人字柱的钢筋混凝土基础联成一体。

目前在设计上进行了改革，取消了池底底板钢筋，将池壁与人字柱环形基础分开，这样既扩大了蓄水池面积，又降低了蓄水池深度近1米，取得了显著的经济效果（参见第四章表4）。

2.人字柱 它是承受塔身的全部荷载的构件，含筋率达6%。过去一般设计成圆形或八角形断面，采取单根预制，两端留筋分别与基础梁和环梁的相应钢筋焊接和绑扎成整体，再浇灌节头混凝土。人字柱在安装以后，应向冷却塔中心倾斜。混凝土标号采用200号~300号。

3.环梁 是将其上部的全部荷载均匀地传给人字柱的钢筋混凝土深梁结构。配筋一般采用钢筋或型钢两种方案。混

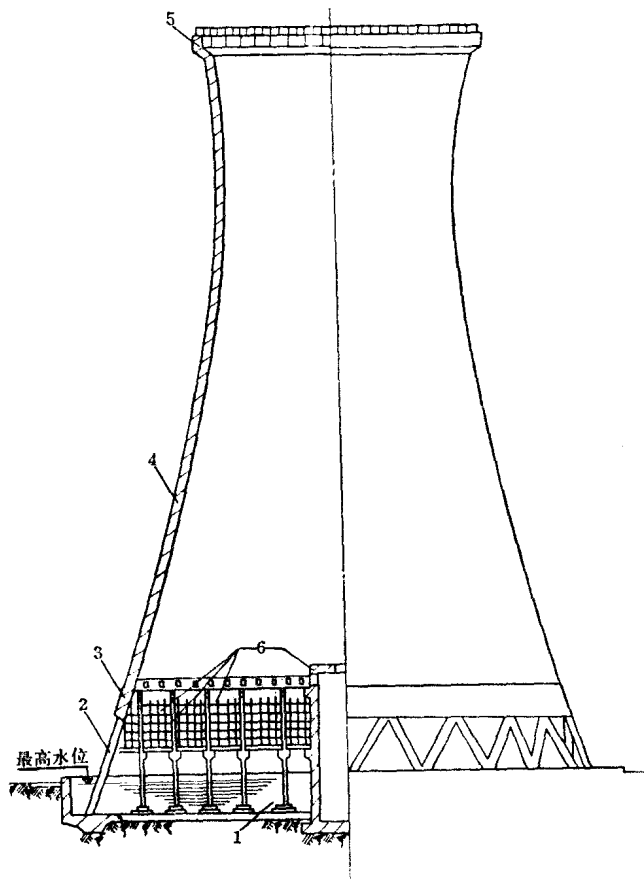


图 1-1 双曲线冷却塔剖面图

1—蓄水池；2—人字柱；3—环梁；4—筒壁；5—刚性环；6—塔芯淋水装置

混凝土的抗渗、抗冻要求与筒壁相同。

目前在施工中，一般是将人字柱和环梁组成V型装配式构件若干榀（2000平方米淋水面积冷却塔共有40榀），然后

进行整体吊装，如图1-2所示，人字柱的断面为 250×400 毫米的矩形，混凝土标号是250号，这样既简化了人字柱和环梁的施工，也收到良好的经济效益。

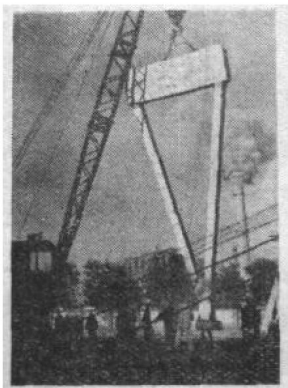


图 1-2 V型构件整体吊装

4.筒壁 是双曲线回转面的钢筋混凝土薄壁空间结构。混凝土的抗渗要求不小于 B_6 ，抗冻融循环次数不少于 100 次（也有设计成不少于 150~200 次的），几何尺寸要求严格，是冷却塔施工比较复杂的部位，要求连续施工，但不宜在低温季节施工。2000平方米淋水面积的塔高，一般是70米左右。混凝土标号200号。

钢筋混凝土双曲线冷却塔的筒壁，一般有预制装配和整体现浇两种形式。根据国内外资料的比较，淋水面积为1500平方米的双曲线冷却塔，预制装配结构比整体现浇结构节约水泥27.2%，节约钢材15~20%。但应具备一定的吊装机械，施工工艺和预制块的接头处理尚待进一步改进。目前，采用整体现浇结构的施工工艺，施工质量容易保证，速度也比预制吊装快。但从工厂化的角度来说，预制装配的结构形式，将是今后的发展方向。

5.刚性环 是生产检修人员的操作平台，也是塔顶的加强部件，需单独配制模板进行施工。

6.塔芯淋水装置 是冷却塔的心脏。目前的设计，全部采用预制钢筋混凝土构件代替过去的木承重骨架，以铅丝水泥网格板代替过去的木质淋水板或石棉水泥板条（也有采用

纸蜂窝或塑料的)，可以节约大量木料，提高冷却效果，还能延长使用寿命。另外还取消了蓄水池的钢筋混凝土隔墙，改为在中央竖井分水口设闸板，来满足生产运行过程的分区检修要求。

塔芯淋水装置的钢筋混凝土构件数量较多，而各种型号的铅丝水泥网格板不但数量多，还有特殊的施工工艺要求。所以塔芯各种预制构件的施工安排是个非常重要的工作，如组织不好，将会影响冷却塔的快速施工。

第二节 双曲线冷却塔施工概述

双曲线钢筋混凝土冷却塔由筒身、塔芯淋水装置和蓄水池三部分组成。在组织施工时，为缩短工期，提前投产，早日发挥国家的投资效果，一般对以上几个施工项目采取平行交叉流水作业和集中力量打歼灭战的方法施工。在正常的施工条件下，建造一座淋水面积2000平方米，塔高71米（一般70米高）的双曲线冷却塔，有效工期只需90天（环梁以下部分另计），便可投产使用。

双曲线冷却塔施工组织方法，根据其结构特点，筒身的施工一般以环梁为界，划分成环梁以下和环梁以上两部分，环梁以上采用无脚手的连续施工。在一般情况下，无脚手施工的准备工作，在环梁以下施工时或再提前一些突击完成，给下阶段的施工创造条件。环梁以下的施工内容，包括基础的土方工程，冷却塔钢筋混凝土基础工程和人字柱、环梁的施工三大分项。塔芯中央竖井、蓄水池的大量土方和池底混凝土底板、淋水装置的钢筋混凝土柱基工程，都与环梁以下部分的施工平行作业。如图1-3所示。这一段的施工时间，

1500~2000平方米的冷却塔需45天左右。以往一般将环梁以下部分的施工，安排在冬季前进行，筒壁的施工安排在次年春季进行。以避免冬季施工筒壁的复杂性。但是，自1958年大跃进以来，电站的建设速度加快，建设周期大大缩短。特别是经过无产阶级文化大革命运动，在电站建设上，又出现了崭新的面貌。目前建设一项大型的电站工程，只需十个月左右的时间，便能投产发电，所以对季节性施工要求比较高的双曲线冷却塔的施工，也尽量安排在冬季施工前完工，以满足当年施工，当年投产发电的要求。

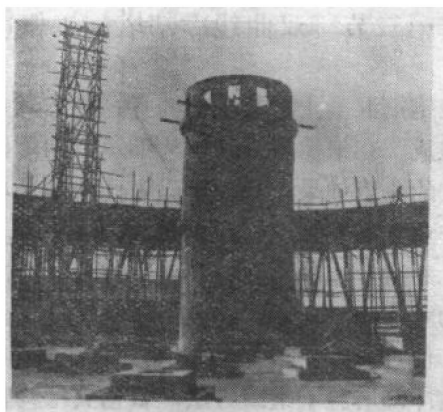
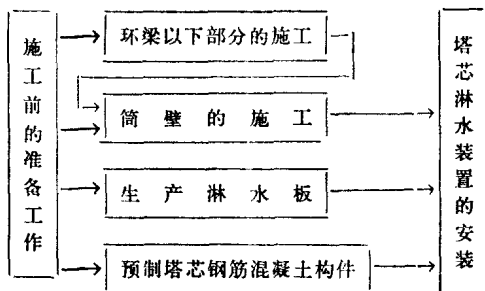


图 1-3 环梁与塔芯现浇结构平行作业图

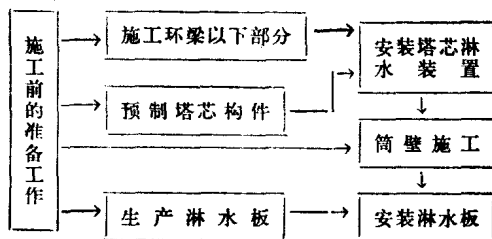
整座双曲线冷却塔的施工顺序为：1.环梁以下的施工；2.筒壁的施工（包括筒壁内壁的防腐处理）；3.塔芯淋水装置的安装和试水投产。其中塔芯淋水装置构件的预制和生产，一般不占施工工期，分别安排在以上两个施工工序期间平行作业。

整座双曲线钢筋混凝土冷却塔的施工程序，可参见下列

施工工艺总流程图。



以上的施工流程，是施工双曲线冷却塔较普遍的方法。但如淋水板、塔芯预制构件能在筒壁施工前完成，就宜按以下的工艺流程来组织施工。在进行筒壁施工时，为防止淋水装置被高空下落物件砸坏，除上面宜进行适当的保护外，淋水板一般安排在最后安装。



第三节 筒壁的几种施工方案

钢筋混凝土双曲线冷却塔筒壁的施工，有整体现浇和预制装配两种形式。

1. 预制装配结构的施工：一般在塔芯中央竖井上，立一台改装后的5吨红旗塔吊（也有将改装的红旗吊安装在塔外

的),利用改装后的外悬悬臂,进行筒壁预制块的逐层安装。安装的操作平台,是将附着式三角架(也有用双层矩形吊笼的)挂在已安装的筒壁预制块上,操作人员站在三角架或吊笼上,进行构件找正、节头烧焊、灌注混凝土和嵌防水材料等工作。另竖一座设有电梯的钢竖井架,供施工人员上下。

2.整体现浇结构的施工:一般采用杉杆脚手架或附着式三角架两种施工方法(以下简称前者为“有脚手施工”,后者为“无脚手施工”)。在采用有脚手施工时,根据脚手架的搭设方法分为里脚手外吊笼,如图1-4所示;外脚手里吊笼,如图1-5所示,或里外脚手三种形式。其中以外脚手里吊笼的施工方法比较好,需用的杉杆数较少。但无论何种方法,都需用大量的脚手杉杆和脚手板,一般的施工企业均难以解决,直接影响着我国电力事业的建设速度。

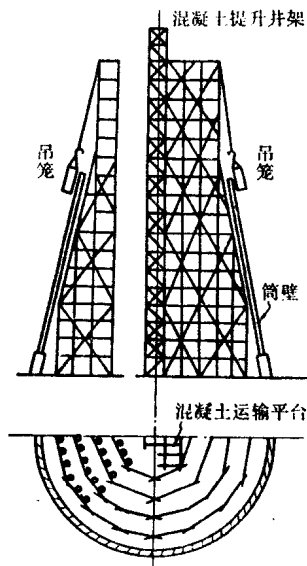


图 1-4 里脚手外吊笼

我国工人阶级坚持“鼓足干劲,力争上游,多快好省地建设社会主义”总路线和“独立自主,自力更生”的方针,继

1959年东北阜新市建筑公司首次应用无脚手施工取得成功以后,1961年河北省第二建筑公司在河北省下花园工地,又成功地使用了附着式三角架的施工,即最初的无脚手施工方案,如图1-6所示。尽管当时采用了木竖井架及木脚手架的运输平

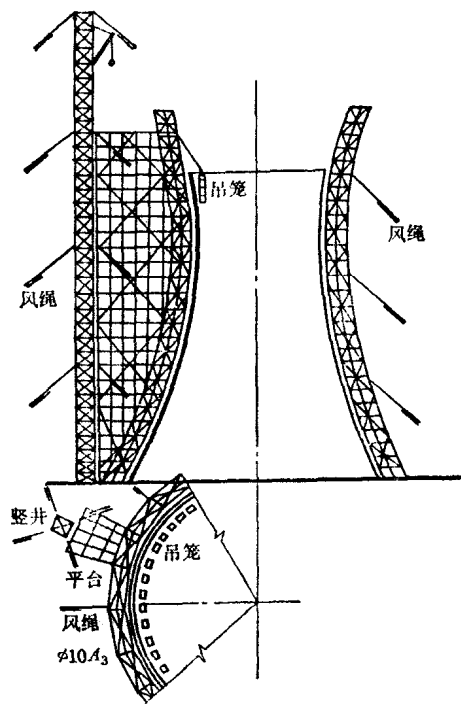


图 1-5 外脚手里吊笼

台，还是节约了大量杉杆，取得了良好的经济效益。以后各单位在施工过程又有所改进，称为“悬空脚手施工法”。近年来，水利电力部组织了电厂建设的专业施工队伍，他们在不断地实践中，使冷却塔的施工技术水平不断提高，施工专用机具设备不断改进和完善。目前，各有关施工单位已配制了钢模板、钢三角架，还解决了钢竖井架及其升降平台等等配套设备。以上几种施工方案的经济比较，参见表1-1。

近年来，在整体现浇的钢筋混凝土双曲线冷却塔施工方

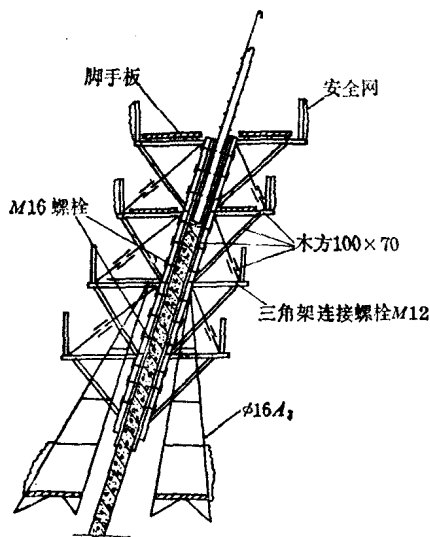


图 1-6 初期的无脚手施工方案

各种脚手架施工方案的技术经济比较

表 1-1

方 案	8 号铅丝 (公斤)	脚 手 杆 (根)	架 工 (人)	造 价 (元)	工 期
无脚手	2000	2000	5	6000	3~5个月
外脚手架	12000	12000	40	40000	3个月
内脚手架	12000	12000	40	40000	8个月
内外脚手架	20000	20000	40	60000	9个月

注：1. 以上指标均以1520平方米的冷却塔为例，选取各地当时的典型工程的实际指标。其中外脚手架的指标，选自阜新9号塔工程。

2. 无脚手施工方案中的脚手杆，只用于井架和井架与三角架的联系平台。

面，已开始比较普遍地采用无脚手方案了。并且在多次的实践中，又有了进一步的发展。