

钢筋混凝土 双曲线型冷却水塔的施工

王慕权 周信法著

水利电力出版社

內 容 提 要

本书专述鋼筋混凝土双曲綫型冷却水塔的施工技术。内容包括冷却水塔的结构特点、施工前的准备工作、木结构及附件的安装、施工管理和质量要求,以及冬季施工等。

本书内容主要是实际的施工經驗,因此可供建筑施工技术人员、水塔专业工种工长及班组老师傅参考之用。

鋼筋混凝土

双曲綫型冷却水塔的施工

王慕权 周信法著

*

2757 R 464

水利电力出版社出版(北京西郊科学路二里沟)

北京市书刊出版业营业許可証出字第105号

水利电力出版社印刷厂排印

新华书店科技发行所发行 ~~各地新华书店經售~~

787×1092 $\frac{1}{2}$ 开本*2 $\frac{3}{4}$ 印張*50 $\frac{1}{2}$ 字

1960年5月北京第1版

1960年5月北京第1次印刷(0001—3,070册)

統一书号: 15143·1931 定价(第9类)0.29元

序

目前在我国所采用的冷却水塔，大部分是鋼筋混凝土結構，仅仅一小部分采用鋼筋混凝土框架及木板結構，其他类型的冷却水塔就非常少見。

对于一般火力发电厂及热电站，利用双曲綫型冷却水塔解决循环水的冷却問題，是比較普遍而且效率較高的一种方法，所以，双曲綫型冷却水塔就被列入电厂土建工程的重要工程項目之一。

可是，在一般建筑专业书籍中，关于冷却水塔的施工又缺乏詳尽的介紹，虽然一些技术杂志上也有所报导，但資料都不够完整，因而在施工过程中，只能先派技术人員到有經驗的地方去学习，然后回到原单位慢慢摸索着施工，在施工中也带来很多困难。

为了帮助大家了解双曲綫型鋼筋混凝土冷却水塔施工方法，我們特将这几年来先后在几个工程中兴建的冷却水量为6米³/小时、塔高为50.5米的双曲綫型鋼筋混凝土冷却水塔的施工方法作簡要的介紹。

由于我們經驗缺乏，加之双曲綫型鋼筋混凝土冷却水塔施工方法較為复杂，对质量要求精確程度高，同时在編写中限于业余时间，因此謬誤之处定多，希讀者不吝指正，以共同克服缺点，使双曲綫型鋼筋混凝土冷却水塔施工更加完善。

本书在編写过程中蒙洛巨峰、曹炳初等同志提出宝贵意見，使本书內容更加充实，特此表示感謝。

作者 1959年8月

目 录

第一章 双曲线型冷却水塔概述	4
第一节 冷却水塔的结构组成和水循环系统	4
第二节 冷却水塔的施工特点	6
第二章 施工前的准备工作	8
第一节 施工场地的总平面布置	8
第二节 技术措施	11
第三章 双曲线型钢筋混凝土冷却水塔的施工	15
第一节 中心点与沉降观测点的埋设	15
第二节 土方工程	17
第三节 地下水的处理	19
第四节 环形基础	21
第五节 池壁	22
第六节 池底	24
第七节 人字支柱及环梁	26
第八节 筒身	28
一、放大样	28
二、脚手架的绑扎及垂直运输	31
三、模板的制作及安装	37
四、水塔中心线找正	44
五、钢筋绑扎	46
六、筒壁混凝土浇灌	49
七、拆架子	56
第四章 木结构及附件安装	57
第一节 预制钢筋混凝土支柱的安装	57

第二节	塔心施工	57
第三节	滴水设备的制作及安装	57
第四节	避雷针讯号灯和爬梯的安装	59
第五节	防冻设备和散水的安装	61
第五章	施工管理与质量、安全要求	62
第一节	施工组织	62
第二节	质量要求	64
第三节	安全技术要求	65
第六章	冷却水塔的冬季施工	67
第一节	土方工程	67
第二节	基础钢筋混凝土工程	70
第三节	池底混凝土工程	71
第四节	池壁混凝土工程	71
第五节	人字支柱	71
第六节	环梁	72
第七节	筒壁	73
结束语		73

第一章 双曲线型冷却水塔概述

在发电厂或热电站以及其他厂矿的生产过程中，冷却水占有特定的地位。

一般采用的冷却形式有一次循环和多次循环。所谓一次循环，又名直流供水，其冷却过程是从水源地将水经沟渠或管路直接送往冷却设备，使用以后就排入江河或农田沟渠。这种循环方式在天然水源丰富的地方较为适宜。在这种循环系统中需要设有升压水泵房等建筑物。

所谓多次循环，也就是通过一系列的冷却过程将水冷却后再次利用，其损耗部分由补充水补足。这种循环方式在水源不足的地方较为适用，如我国的北方多采用这种循环系统。多次循环系统中必须采用特殊的建筑物——冷却水塔或喷水池，以便将由凝汽器中出来的变热了的冷却水进行冷却并贮存起来。

由于喷水池的用地面积较大，水的损耗过多，而且冷却效果不如冷却水塔好，所以，对于大、中型发电厂、热电站以及其他厂矿，就不宜采用喷水池，而应采用冷却水塔。

第一节 冷却水塔的结构组成和水循环系统

冷却水塔呈双曲线型，如图 1 所示，塔高 50.5 米，最大半径 19.05 米 (0.00 米标高)，最小半径为 9.34 米 (41.86 米标高)，塔顶半径为 10.345 米。

双曲线型钢筋混凝土冷却水塔的主要组成部分分述于下：

1. 蓄水池。为了保护冷却水塔基础不受池内储存水的浸

蝕，对蓄水池混凝土的防水渗透性要求较高，一般都用*170混凝土制成，并在内部涂刷冷瀝青二道或2厘米防水砂浆；形成防水层。

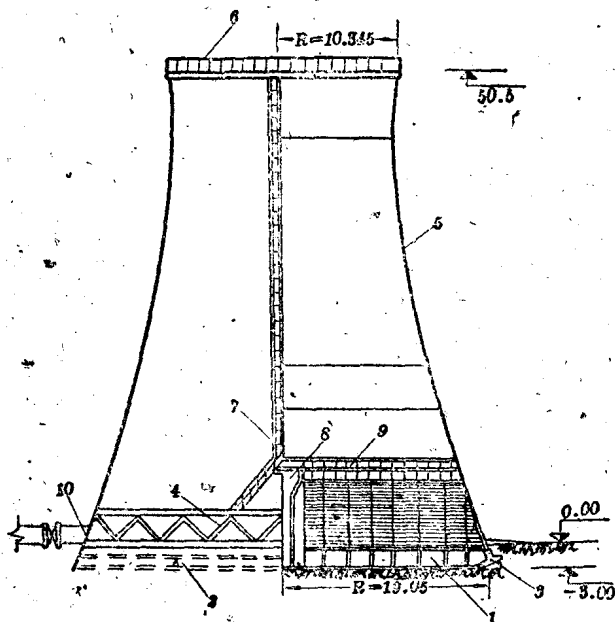


图1 冷却水塔剖立面图

1—蓄水池；2—回水沟；3—环形基础；4—人字支柱；5—筒壁；6—筒顶部栏杆；7—外爬梯；8—塔心；9—导水装置；10—分水装置。

2. 人字支柱。人字支柱成两两相对的人字形，并向水塔中心倾斜，人字支柱共72根，断面为八角形，对边距离尺寸一般都为350×350毫米。人字支柱为冷却水塔非常重要的部分，因为它们负担着冷却水塔塔身的全部静荷重和动荷重，它由*200混凝土制成，含钢筋量达554公斤/米³，占柱子断面的6%。一

般冷却水塔采用小断面而高含筋的钢筋混凝土支柱，因为这样能增大透风面积，提高冷却水塔的冷却效率。

3.筒壁。冷却水塔的筒壁是一个双曲线型薄壁钢筋混凝土结构，按其形状及工程量是该建筑物中最重要的部分。对筒壁的主要技术要求是混凝土的耐冻性和不透水性，以及要有较高的强度，其几何尺寸要求达到最大的精确程度。筒壁一般含筋量为100公斤/米³，占混凝土量的1.25%。为了增加筒壁混凝土的防水能力，避免混凝土的冰冻和腐蚀，一般在筒壁混凝土表面上涂刷石油沥青的热溶液。

4.滴水设备。冷却水塔的滴水设备是采用滴水薄膜混合式，断面为800×500毫米的主水槽8条，800×300毫米主水槽4条，这4条主水槽在隔墙上两两相对。在蓄水池中的支柱为钢筋混凝土预制支柱，水面以上部分为木支柱，为了防止腐蚀，所用的全部铁钉及铁件须全部涂锌。为了便于检修起见，蓄水池中部有一隔墙，将来检修时，滴水设备可以从隔墙分开，一半检修，一半继续运用。

水的循环系统是：由厂房中凝汽器内引出的热的冷却水经由进水沟及中心竖管上升至配水箱，再由配水箱分配到各主水槽，水由主水槽流经滴水槽从喷水嘴(磁管)下落至溅水碟(磁碟)。水落到光滑的溅水磁碟上，马上溅起并散开在水塔空间，然后经网状薄膜板下落与下部上升的冷空气相遇而冷却。冷却水滴落在蓄水池中，然后，冷却水经由回水沟重入凝汽器完成循环。

第二节 冷却水塔的施工特点

从上述结构可以看出，除滴水设备外，全部为钢筋混凝土结构，且对混凝土在技术上的要求较高，它除了要有耐久性

外，还要具备耐冻性、不透水性及較高的强度，只要提高混凝土的密实度，使之密实不透水，則它們对各种外力破坏的抵抗也自然会提高。混凝土的密实度提高后，不仅能增进混凝土的抗腐蚀性、抗冻能力，而且也提高了混凝土的强度及耐久性。为了满足上述技术上的要求，混凝土必須注意下列各点：

(1) 选用合乎技术规范要求的砂石，改进砂石的級配，选择最合理的經濟的配合比，控制用水量(水灰比不超过 0.6)。

(2) 改善施工条件，适当延长攪拌時間，增进捣实的效果。目前已采用改进后的小型内部振捣器，但由于上部筒壁較薄(只有100毫米厚)，振动时往往影响已初凝的混凝土与鋼筋的粘結，因此如果能改用外部振动器就更好。

在澆灌混凝土前应先作混凝土配合比設計，而且要經過压力、抗冻性、抗水性的試驗，这样才能确保混凝土工程质量。

在施工中必須保証安全，因为处在高空作业，就必须制訂切实可行的安全操作規程(詳見第五章第三节)和消防措施，严防发生事故。

除此之外，还要保証一天完成 1 节或两天完成 3 节筒壁的混凝土澆灌工作，并組織流水作业施工。

为了避免由于雨天及冰冻給施工所带来的困难，筒壁施工应尽量在春天或初夏季节，也就是前一年把基础做好，这样可以給筒壁施工带来很大的方便。

第二章 施工前的准备工作

第一节 施工場地的总平面布置

一般施工平面布置，应注意下列几点：

(1) 应非常紧凑地布置所有临时建筑物和运输道路。为了力求降低运输费用，必须适当地选择运输方式，以确定运输道路，并使缩至最短距离，即使得吨公里为最小数。

(2) 应充分利用旧有房屋，如需新搭设亦宜简单适用，尽量采用可拆卸的装配式结构等标准式样，并应就地取材，不要过大过好，以相互位置合理方便和经济为原则。

(3) 在水塔周围 10 米以内为危险区域，应设置有刺铁丝网，网内不得搭设临时建筑物和放置机械设各，必要时应加坚固棚盖，以保安全。

(4) 充分考虑周围的施工情况，作到相互协作配合，以免影响生产。

在通常情况下，具体布置如下：

(1) 工地办公室应在危险区域以外，尽量靠近施工现场，以便于管理。综合性的建筑物尺寸可为 4×6 米，党工团方面管理人员的办公室可分别设置，各为 4×3 米，按管理人员人数约为每人 3 米^2 计算，也可以根据实际情况酌量增减。

(2) 工地工人休息室(吸烟室)须靠近办公室，面积大约以容纳一班至一班半人休息、吸烟、喝水之用为原则，约为 5×6 米，内部应设置桌椅及茶具等。

(3) 金属结构仓库的面积应能贮藏全部竖井起重架、滑车、钢丝绳、敷设消防管道的工具、电工用具等，面积约为

4×8米。仓库应位于危险区域以外，用席子和油毡纸作屋面及墙壁，以防止受潮。

(4) 混凝土搅拌厂。为了使搅拌后的混凝土直接用铁塔或木塔内之吊斗运输到水塔上部筒身，减掉下部水平运输工序，一般都直接布置在铁塔或木塔的旁边，混凝土从搅拌机出来就倒入吊斗内，垂直运输至水塔上部。搅拌厂内设有400升搅拌机两台，一台运转，另一台备用。

作垂直运输用的铁塔或木塔，设置在水塔中心，这样不但能运输混凝土而且能运送其他材料。卷扬机与竖井铁塔或木塔的钢丝绳成一条直线，卷扬机离开铁塔或木塔20米左右。

(5) 钢筋、木材加工厂一般设置在施工现场附近，但有时场地狭小，就只能在较远的地方加工后用轻便铁轨或其他工具运输到水塔施工现场。

(6) 木材及脚手杆堆置场地。木材及脚手杆(也许是竹材)的数量很多，仅内脚手杆就要几千根杉杆，所以必须考虑有足够的地方堆置。由于木材易燃，因此要做好消防措施，把它堆放在下风地方而且要有一定的防火距离。

(7) 水泥仓库离搅拌机愈近愈好，且要考虑到防潮，各不同标号、品种的水泥应分别堆放，便于使用。

(8) 熬石油瀝青混合溶液的地方，应离易燃品远一点，而且要设置在下风向，因为它含有有害气体。

(9) 临时水、电线路。照明用电规定用36伏的低压电源。水源必须满足混凝土搅拌、混凝土养护、砂石冲洗、消防等用水的需要。养护及消防水管要随筒身上升而上升。特别是水塔呈双曲线型，通风特别良好，施工时内部脚手架满布，如果万一引起火灾，就会很快蔓延，所以必须作好消防水源的设置，防止火灾。

图2和图3为两个冷却水塔施工总平面布置实例，可供参考之用。

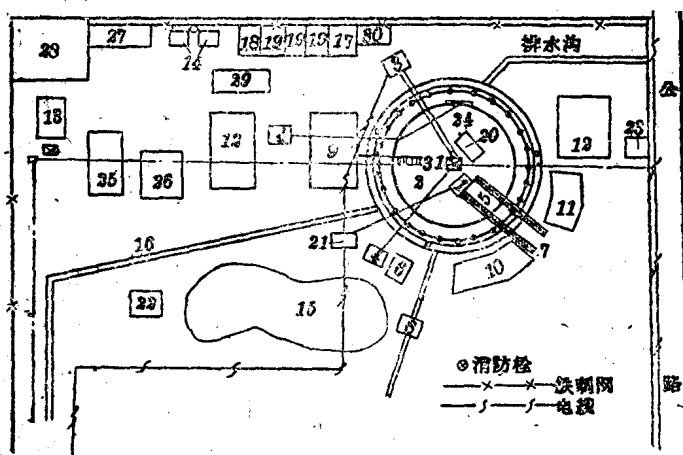


图2 冷却水塔施工总平面布置举例之一

1—搅拌机；2—水塔；3—快速卷扬机；4—慢速卷扬机；5—运砂石的跑道；6—试块养护处；7—秤；8—洗砂台；9—钢筋堆放处；10—洗好的砂子；11—砂子堆放处；12—杉杆堆放处；13—木材加工厂；14—熬沥青处；15—堆砖石处；16—施工及消防用水管；17—工人饭厅及吸烟室；18—办公室；19—工具房；20—水泥仓库；21—电闸箱；22—厕所；23—警卫及消防室；24—杉杆运输处；25—放样处；26—滑轮堆放处；27—腻子堆；28—露天工具库；29—废铅丝堆放处；30—厨房；31—脚手架及钢筋运输道。

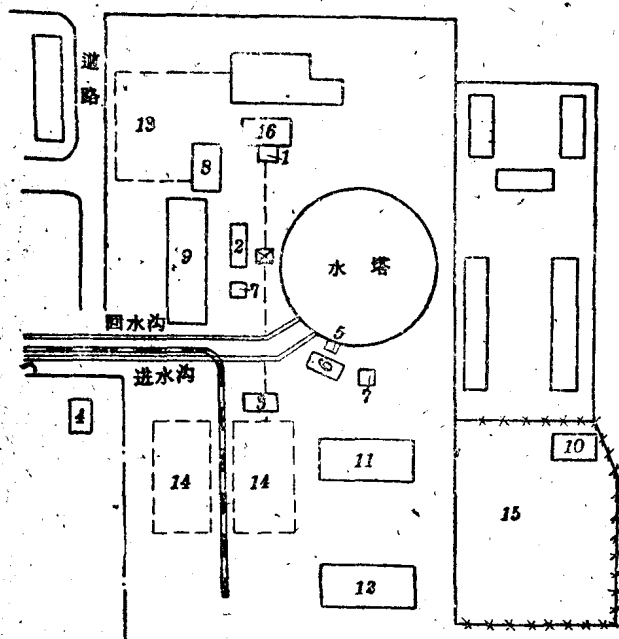


图3 冷却水塔施工总平面布置举例之二

1—卷扬机；2—挖井场；3—卷扬机及水泵房；4—配电室；5—60米井架；6—卷扬机；7—临时水源；8—工地办公室；9—材料仓库；10—工人休息室；11—木材加工场；12—钢筋加工场；13—洗石场；14—砂子堆放场；15—脚手杆及木材堆放场；16—工具库。

第二节 技术措施

1. 在施工前要详细地审核图纸。经验证明，在工程开工之前，组织施工技术人员会审图纸是堵塞设计漏洞保证工程质量及做好施工管理的可靠保证，例如过去会审施工设计图时，曾发现某些问题，现举例阐述于下。

(1) 筒壁上部钢筋不够，原设计筒壁上部钢筋每组6根，

經研究认为根据該塔的结构来看不够。向設計院提出意見后，經設計院詳細校核，发现缺少三分之一的鋼筋。

(2)滴水設備木支柱及夾板断面过大，根据过去修建同容量或容量稍大水塔的經驗，滴水設備木支柱及夾板的断面都比該塔小，这两項結構断面經設計院同意改小之后，節約木材101米³。

(3)筒壁石油瀝青防水层的厚度原設計为6毫米，分三次刷成，每次刷2毫米，經与設計院研究后，同意刷1~2毫米，二次刷成，这样即保证了质量又節約了大量的瀝青混合材料。

(4)在某工程中，原設計擋风板应占整个水塔筒身圓周面积的二分之一，經研究之后，认为擋风板只需擋主导风向即可。这样不仅節約了木材20余米³，并大大提高了水塔的效率。

2.研究地质資料。該項工作十分重要，例如某工程的水塔基础地质是經設計院钻探过的，根据钻探資料，在水塔的基础下面的土质是砂、砾石的土质，土壤耐压力为1.8公斤/米²。結果挖到設計标高-3.25米时，发现下部有500~700毫米的砂质层及旧水池，經与設計院研究繼續挖到-4.10米，才开始做基础，所有多挖的部分用卵石灌漿填起来。

为了避免由于地质勘察不清而造成工程进度的拖延和造价的增加，应对地质資料預先加以分析和研究。

3.研究气象資料。在施工前要研究施工地区的气象变化规律，找出针对气象特点进行施工的措施。在施工期間与当地气象台建立密切联系是保证高空作业順利进行的关键，尤其是风雨及气候突然变化較多的地区。例如某工程冷却水塔施工，由于該地区多大风，在筒壁混凝土澆灌时，本应从晚上七点钟开始工作，但經常由于在澆灌前刮大风，大风持續5~6小时之久，工人只好等大风停止后才能开始工作，这样一来，由于等

候过久工人疲劳，使质量受到一定影响。

4. 其他准备工作。为了保证施工顺利进行，确保冷却水塔工程质量，多快好省地全面完成任务，在开工前还必须做好下列几项工作：

(1) 人员培训。由于以前我国对于这样的工程施工较少，大部分施工人员都没有做过这工作，所以在开始工作前，要通过技术交底、模型示意、实习等方式进行学习，提高水平，使每个人都了解到如何进行自己的工作。

(2) 放大样。放大样这项工作应在一个月前做好，如发现有问题，可以及时解决，没有问题就可进行木模及钢筋加工，以便于快速施工。

(3) 混凝土配合比的设计及试验。此项工作应在一个月前做好，以免在施工过程中由于混凝土没有试验而影响工作。

(4) 确定筒壁钢筋每节长度及量斜钢筋的方法。

(5) 做好原材料、机械、工具、劳动力等供应工作，赶上施工的要求。

(6) 合理地编制施工组织措施，确定工程量一览表，作好进度安排，一般是一天打完一节或二天打完三节筒壁。表1和表2(见插页)是冷却水塔工程进度表实例。

第三章 双曲线型钢筋混凝土 冷却水塔的施工

第一节 中心点与沉陷观测点的埋设

在施工前要做好放线工作，放线是决定水塔位置及各部尺寸的重要工作，因此放线工作要细致而精确。放线是否精确往往取决于仪器的精确程度及测量人员的经验，因此所使用的仪器必须是校正过无误差的精密仪器，而测量的人也应该是经验较丰富的测量员。

1. 中心点。施工现场平整后，在水塔最大半径外3~5米处设置四个水平龙门板(图4)，用作找中心点的依据。为了进一步保证质量，一般在离水塔不远的地方设置永久的混凝土控制

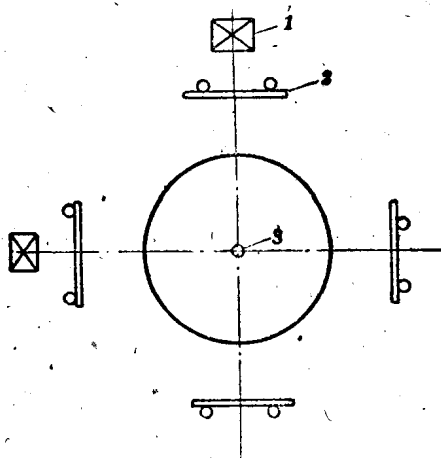


图4 控制桩示意图

1—永久控制桩；2—龙门板；3—中心点。