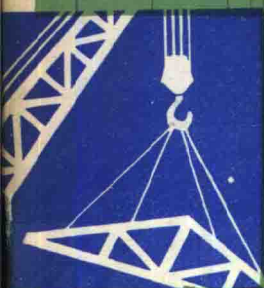


357



建筑与安装经验谈

# 装配式双曲线冷却塔施工

周 信 法

中国建筑工程出版社

建筑与安装经验谈

---

# 装配式双曲线冷却塔施工

周信法

中国建材工业出版社

本书主要介绍装配式钢筋混凝土双曲线冷却塔的全部施工方法和施工组织；对于装配塔的结构组成、质量要求与安全作业，也作了简要的介绍。

本书可供从事冷却塔的专业施工人员和土建工人、技术人员参考。

• • •  
责任编辑 徐竞达

建筑与安装经验谈  
**装配式双曲线冷却塔施工**  
周 信 法

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  
河北省固安县印刷厂印刷

开本：787×1092毫米 1/32 印张：2 1/8 字数：53 千字

1981年3月第一版 1981年3月第一次印刷

印数：1—3,310册 定价：0.21元

统一书号：15040·4004

## 前 言

双曲线钢筋混凝土冷却塔筒壁的施工方法经历了几次大的改变。最早是采用内外脚手现浇施工；六十年代初期采用了悬挂式脚手施工（即无脚手施工法）仍然是在现场上浇灌混凝土；1968年在太原第二热电厂工程首次采用装配法建成了淋水面积为1520平米的双曲线钢筋混凝土冷却塔。接着在许多电站工程也相继建成装配式冷却塔，从而使冷却塔筒壁的施工逐步走向工业化。

实践证明，采用装配法施工冷却塔比现浇法施工有较多的优点：变手工操作为机械施工；大大的减少高空作业；减轻笨重的体力劳动；可以与淋水装置交叉作业；施工不受季节限制；缩短工期；进一步节省木材、钢材、水泥等。缺点是：装配式的筒壁，如在施工中处理不当，容易发生渗水现象，故在施工中必须采取措施，以避免筒壁渗水现象的发生。

本书就装配式冷却塔的施工方法作一些简要的介绍，供冷却塔施工的工人、施工技术人员参考。

由于编者经验不足，书中难免有错误之处，欢迎读者批评指正。

编 者

1979.10

# 目 录

|                        |    |
|------------------------|----|
| 一、双曲线冷却塔概述.....        | 1  |
| (一) 冷却塔的结构组成.....      | 2  |
| (二) 冷却塔的施工特点.....      | 5  |
| 二、施工平面布置及技术准备.....     | 6  |
| (一) 施工平面布置.....        | 6  |
| (二) 技术准备.....          | 7  |
| 三、环梁以下部份施工.....        | 9  |
| (一) 中心点控制桩及沉陷点的埋设..... | 9  |
| (二) 土方工程.....          | 9  |
| (三) 地面及地下水的排除.....     | 10 |
| (四) 环形基础施工.....        | 12 |
| (五) 池壁施工.....          | 12 |
| (六) 人字柱与环梁施工.....      | 14 |
| 四、装配式风筒的施工.....        | 16 |
| (一) 起重机械的起立与拆除.....    | 18 |
| (二) 施工用脚手架.....        | 23 |
| (三) 风筒块体制作.....        | 27 |
| (四) 风筒块体的安装.....       | 35 |
| (五) 块体安装时的半径丈量.....    | 38 |
| (六) 主筋焊接与孔道内灌浆.....    | 40 |
| 五、装配式风筒的防水抗腐处理.....    | 44 |
| (一) 塔内防水处理.....        | 44 |
| (二) 塔外抗腐处理.....        | 49 |

|                      |     |
|----------------------|-----|
| 六、淋水装置.....          | 51  |
| (一) 安装用设备.....       | 51  |
| (二) 构件安装.....        | 54  |
| (三) 淋水填料.....        | 54  |
| 七、劳动组织与施工进度安排.....   | 63  |
| (一) 劳动组织.....        | 33  |
| (二) 人员配备与分工.....     | 64  |
| (三) 施工进度.....        | 66  |
| 八、质量与安全要求.....       | 37  |
| (一) 质量要求.....        | 67  |
| (二) 安全措施.....        | 37  |
| 九、装配式冷却塔的技术经济比较..... | 69  |
| 附录.....              | 71  |
| 浇筑水泥砂浆抗渗试验表.....     | 71  |
| 浇筑水泥砂浆抗冻试验表.....     | 711 |
| 浇筑水泥强度试验表.....       | 71  |
| 装配式塔主要施工机具表.....     | 72  |

## 一、双曲线冷却塔概述

在火力发电厂(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,要使1公斤蒸气凝结下来,约需要50~70公斤的冷却水;一个容量为十万千瓦的火力发电厂,仅凝汽器所需要的冷却水,每小时约一万多吨。

一般供水系统采用的冷却形式,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道直接送往冷却设备,使用以后就排入江湖海或农田。这种循环方式在天然水源丰富的地方较为适宜。在这种循环系统中要设升压水泵房等水工构筑物。

所谓多次循环,亦就是通过一系列冷却过程将水冷却后再次利用,其损耗部份由补充水补足,这种循环方式在水源不足的地方较为适用,我国北方多采用这种循环系统。多次循环系统中必须采用特殊构筑物,如:冷却水塔或喷水池,以便将凝汽器中出来的变热了的冷却水进行冷却并贮存起来继续使用。

由于喷水池的占地面积较大,水的损耗过多,要求离主要建筑物距离较远,而且冷却效果远不如冷却塔好,所以,对大、中型电厂及其他气象条件较差或厂区地面狭窄的厂矿,就不宜采用喷水池,而应采用冷却塔。

冷却塔就目前来说有:机力通风塔;自然通风的湿式双曲线形冷却塔;自然通风的干冷双曲线形冷却塔等。

本书介绍的是自然通风的湿式双曲线形冷却塔。该种冷却塔,是在塔内将热水从上向下喷散成水滴或水膜状,空气

由下向上或水平方向在塔内流动，与水进行热交换而降低水温（图1-1）。

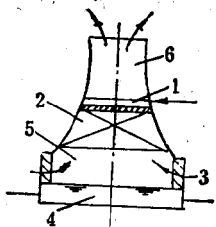


图 1-1 风筒式冷却塔

1—配水系统； 2—淋水装置； 3—进风口； 4—集水池；  
5—空气分配区； 6—风筒

## （一）冷却塔的结构组成

双曲线形钢筋混凝土冷却塔，由单叶双曲线绕其中心轴回转而成，属钢筋混凝土薄壁结构。图1-2所示。

其主要结构组成为：

### 1. 蓄水池

又名集水池，建造于冷却塔的底部，用以收集溅水器流下的冷却水，送入回水沟。

蓄水池一般由钢筋混凝土制作，深度通常采用1.5~2米。

为了保护冷却塔基础不受池内储存水的侵蚀，减少渗水，应考虑在蓄水池的池面上做防水层。

根据结构上的需要以及施工方便，水池底板本身及池板与环形基础间应设置伸缩缝，伸缩缝除应满足伸缩要求外，尚应保证不漏水。

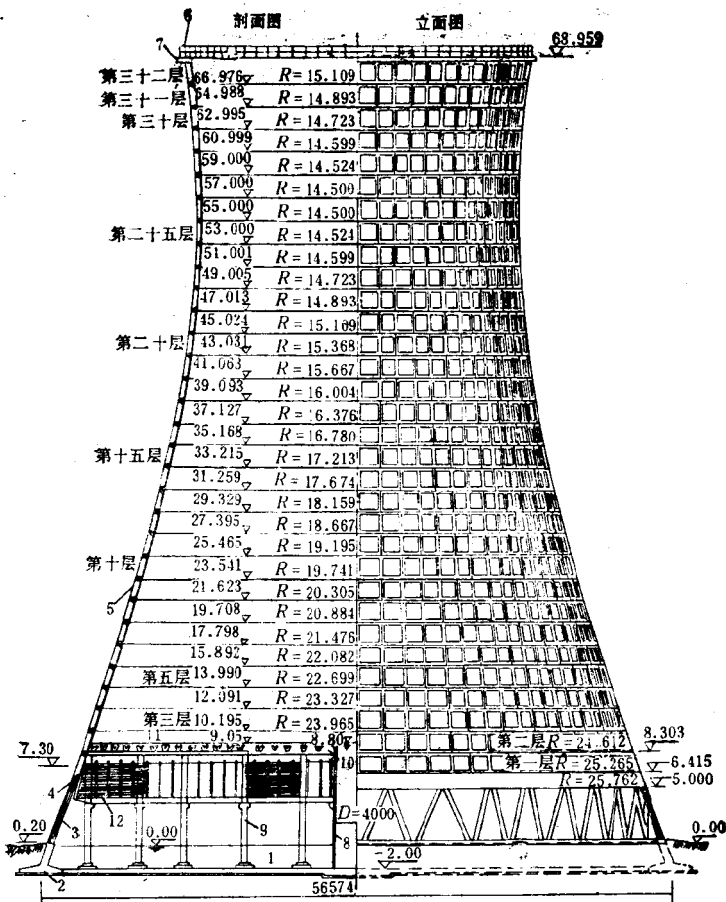


图 1-2 2000米³装配式冷却塔

- 1—蓄水池；2—环形基础；3—人字支柱；4—环梁；5—风筒；  
6—塔上栏杆；7—刚性环；8—中央竖井；9—柱；10—主水槽；  
11—配水槽；12—网隔板

## 2. 人字支柱

人字支柱成两两相对的人字形，向塔心倾斜，一般由七十二根或八十根组成。断面呈正方形、圆形或八角形，对边尺寸一般为400×400毫米。

人字支柱为冷却塔非常重要的结构，它负担着冷却塔身的全部静荷重与风荷重等。一般由\*300混凝土制成，含钢筋量较高。

人字支柱致所以采用较小的断面较高的含钢筋量，这是因为这样能增大透风面积，提高冷却效率。

## 3. 筒壁

冷却塔的筒壁（又名通风筒）是双曲线形钢筋混凝土薄壁结构，按其形式及工程量是该建筑中最重要的部份。它的作用是创造良好的空气动力条件，减少通风阻力，减少湿热空气回流。并将排出冷却塔的湿热空气送往高空。

对筒壁的主要技术要求是根据使用特点而决定的，筒壁内侧经常有水流冲刷，这些水能溶解硅酸盐水泥硬化时析出的氢氧化钙，造成混凝土腐蚀。筒壁外部经常处于变化的大气作用下，时干时湿，时冻时溶。所以对筒壁混凝土不仅要有足够的强度，对其抗冻与抗渗均有严格的要求。一般强度要求其标号不低于\*200，抗冻标号为M150，抗渗标号为S4。除此外，筒壁之几何尺寸必须精确，以达到预期的通风冷却效果。

为了增强筒壁混凝土的防水能力，避免混凝土腐蚀，一般在筒壁内表面涂刷沥青或环氧树脂煤焦油防水涂料；为了提高筒壁外的抗有害气体的侵蚀，可涂以纯水泥浆或防水涂料。

通风筒上部有刚性环及避雷针。筒壁外部设有金属爬梯。

## 4. 淋水冷却装置

淋水冷却按其表面的形式有：点滴式、薄膜式、混合式。

淋水冷却装置由压力进水沟、中央竖井、主水槽、配水槽、架构、磁碟磁嘴、三角条（或薄膜板、网格板纸、质蜂窝等，统称填料）等组成。

热电站冷却塔水的循环系统是：由厂房中凝汽器内引出的热水，经由压力水泵进入沟道或钢管及中央竖井上升至主水槽及配水槽，水由配水槽底的磁嘴下落至溅水磁碟上散开在塔空间，呈无数细小的水珠，然后经网格板（或交叉放置的三角条、薄膜板、纸质蜂窝等）下落，与上升的冷空气相遇而将热水珠（水膜）冷却。冷却后之水珠落在蓄水池中，然后经由回水沟重新入凝汽器完成循环。

## （二）冷却塔的施工特点

双曲线型装配式钢筋混凝土冷却塔，几乎全部为钢筋混凝土结构，对混凝土在技术上的要求较高，它除了要有耐久性外，还要具备抗冻性、抗渗性及较高的强度，施工时要选用适宜的流动度、级配及浇灌成型方法。

由于采用了装配式构件，其构件的几何尺寸要求精确，安装时误差值应控制在一定数值内，所以要求采取先进的施工方法。

塔体高大，筒壁安装要有较高的起重机械，施工时，高空作业较多。因此，如何安全施工就属非常重要的工作，在多雨多风地区施工，还应注意防雨防风。

在施工过程中，塔体本身是良好的通风筒，布满塔内周边的安全网和塔上的脚手板等均属易燃物品，故尚应注意防火。

## 二、施工平面布置及技术准备

### (一) 施工平面布置

装配式冷却塔的施工平面布置，应注意下列几点：

1. 预制构件的布置，预制构件有工厂制作和现场预制两种方式。究竟采用哪种方式，要根据技术条件、运输能力和经济性等而定。如果该地区有永久性构件厂，产品类型、运输工具均能满足要求，则应优先采用工厂制作。否则，应组织现场预制。

环梁及人字柱现浇或安装后，迅速将塔周围清理干净，用人工或推土机平整，堆放八层以下的块体，以便于用15吨履带吊或汽车吊沿塔转圈安装一层至八层的筒壁块体。其他各层块体应布置在塔的一侧，该侧的人字柱有一根暂不现浇或暂不安装，作为进料口以便块体运进塔内。

淋水结构的柱、梁、水槽、架构也应布置在有进料口的塔的一侧，它们是待块体安装完成后运至现场堆放的。网格板可沿塔周围堆放。鉴于上述情况，塔周围15米范围内均应作堆放场，其进料口一侧应有45~60米长、宽20米的构件堆放场。

2. 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和确定运输道路，并使其缩短至最短距离。

3. 应充分利用旧有建筑物，如需要新搭设亦宜简单适

用，尽量采用可装拆的装配式结构等标准式样，并应就地取材，不要过大过好，以位置合理方便和经济为原则。

4. 在塔壁周围25米范围内为危险区，不要设置临建，在塔壁周围50~100米范围处应设铁刺丝网为施工区。

5. 充分考虑周围的情况，作到相互协作配合，以免影响生产。

6. 临时供电线布置位置或架设高度应不影响机械开行和吊装工作。

7. 应设置水源，供砂石冲洗及消防混凝土养护用。

图2-1为某装配式冷却塔施工平面布置。

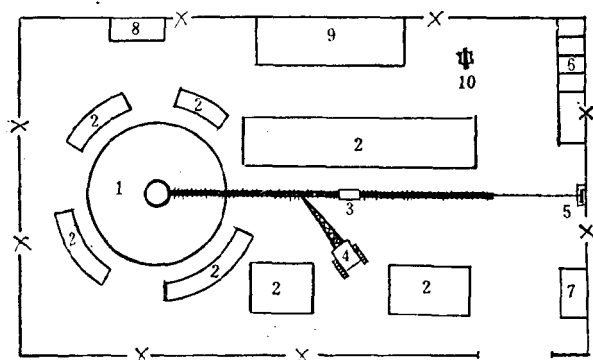


图 2-1 装配塔施工平面图

1—塔；2—预制构件；3—铁道小车；4—履带吊；5—卷扬机；6—工棚；  
7—涂料棚；8—办公室；9—砂子堆放场；10—搅拌机

## (二) 技 术 准 备

1. 组织参加建塔的人员熟悉施工图，详细的会审图纸；
2. 研究地质与气象资料，根据其特点，由有关人员组织

制定施工组织设计;

3. 制定原材料、构件、金属结构、机具等供应计划, 合理安排工程进度;

4. 筒壁块体放大样;

5. 混凝土配合比设计及试验, 检验其抗冻抗渗及强度性能, 一般应在施工前三个月进行。

### 三、环梁以下部份施工

#### (一) 中心点控制桩及沉陷点的埋设

在场地清理后（一般包括砍伐树木、清除树根、除去耕植土、拆迁房屋和构筑物等），要设置中心点控制桩，并在施工过程中设置沉陷观测点。

##### 1. 中心点控制桩

除在塔中设置临时木桩外（该桩挖土时将被破坏），一般在塔最大半径外10~15米处，按四个方向设置控制木桩，并在较远处设置永久的混凝土控制桩，当开挖土方将中心桩破坏后，可由控制桩测出塔的中心点。

##### 2. 沉陷观测点

在筒身不断加高时，基础的荷载亦随之增加，为了掌握塔的沉陷情况，应随时进行沉陷测量，记录各阶段的沉陷情况，作为资料加以保存，以备研究。

##### 3. 塔基坑放灰线

按塔基础图，考虑土壤放坡的要求，用白灰划出基坑开挖的外轮廓线。其位置、大小必须准确，否则将直接影响工程施工，甚至引起多挖土方等。

#### (二) 土 方 工 程

冷却塔的土方开挖可根据现场具体条件确定，一般可采

用下述方法施工:

### 1. 铲运机开挖法

采用铲运机是一种能综合完成全部土方施工工序的施工方法。管理简单、生产率高、费用亦较低。

### 2. 反铲挖土机开挖法

反铲停机面在自然地面, 不受地下水或土软陷车的影响, 一般配合自卸卡车运土。

### 3. 人力挖土配合小平车运土开挖法

在缺乏机械的情况下, 组织人力突击亦是可以的。

采用机械挖土在离设计标高30厘米处应停止, 而后用人工铲平, 严禁机械扰动原土。

## (三) 地面及地下水的排除

### 1. 地面水的排除

为了保证塔基础土方工程的顺利进行, 施工前应考虑场地内积存的雨水如何排除。雨季施工时, 更应早作安排。一般可沿场地四周开挖明沟排水。

### 2. 地下水的排除

冷却塔基础底面标高低于地下水位时, 土方开挖时的一个主要问题是如何防止地下水渗入基坑以及从基坑中将水排走, 使地下水位低于基坑设计底标高。

排水的方法根据土壤性质, 地下水头和渗流量大小不同而采用集水井排水法和井点降水法。

#### (1) 集水井排水法

在碎石类、粗砂和渗流量不大的粘土类土, 采用此法是经济而有效的。如土是细砂土, 亚砂土或粉砂土, 且水头

差较大时，在动水压力的作用下，呈现流动状态，即产生流砂现象，以致坑底涌起，边坡滑脱，就不要采用此排水法。

采用此法排水，要沿基础边界外挖成临时性的排水沟，并使其具有与挖土进行方向相反的斜坡。相隔一定距离在基础边界外设置集水井，安装污水泵抽水（图3-1）。

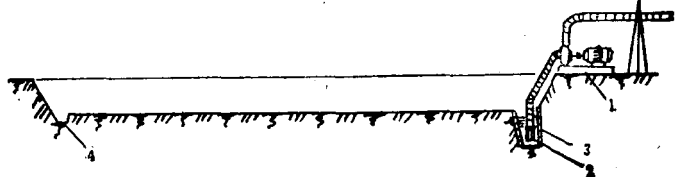


图 3-1 集水井排水

1—污水泵；2—吸水龙头；3—集水井；4—排水沟

挖土时应首先挖掘集水井，使之经常处于挖掘面以下80~100厘米深左右。为了使水泵吸水龙头不被淤泥堵塞影响抽水，应作集水井，可用砖块干垒或编织铅丝笼内抛块石，可使集中井不被淤泥堵塞，地下水能源源渗入井内。

## (2) 井点降水法

在遇到地下水渗量很大，且具有较大水头时，上述排水法已不足以保证施工的正常进行，甚至会出现基土结构被破坏，使地基强度有所降低，造成边坡坍方等现象。尤其在细砂中，由于动水力的作用，可能形成流砂现象。这时，采用井点降水法较好，即在基坑四周打入若干井点管，在地面上铺设集水总管和弯管将各井点管连接起来，利用真空泵和水泵等设备抽出地下水（亦可用汽抽或高压射水使井点管内造成负压，而将地下水抽出），被抽出的地下水经主管排出，地下水位就得到了降低，其降落曲线如图3-2。