

项目案例 —— 浙江浙能兰溪发电厂1#、2#冷却塔降噪工程

地点：浙江兰溪
时间：2006年
服务：设计、安装督导
供应：消声导流片、声屏障

2006年，我公司为浙江浙能兰溪发电厂1#、2#冷却塔降噪工程提供了工程设计、设备构件制造供应、工程施工指导等服务。

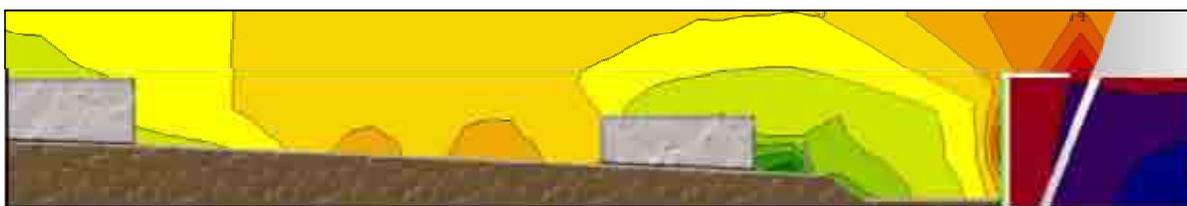
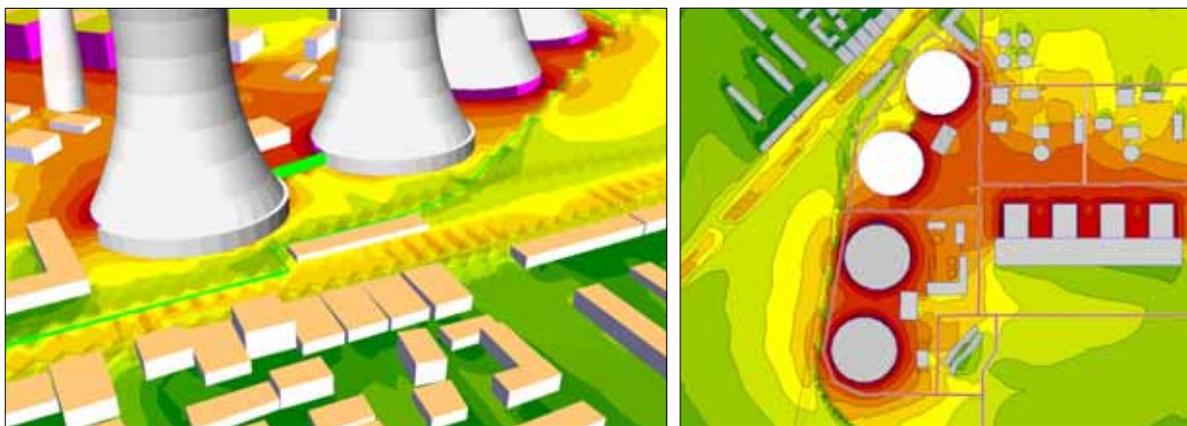


工程特点

兰溪发电厂共设4个直径124米，进风口高度约12米的大型双曲线自然通风冷却塔，1#、2#冷却塔距民居（噪声控制点）较近，最近点约17米，预计超标24分贝。为了确保噪声控制点达标，并最大限度地降低通风阻力，设计方案采用消声导流片半围2个冷却塔，中间设立声屏障连接，消声片根据不同位置的不同降噪需求，采用不同结构逐步过渡，确保达到降噪效果的同时阻力最小。

声学设计

对于冷却塔的降噪，常用的方法可以归为3类：1) 声屏障；2) 落水消能器；3) 消声导流片；根据降噪量的要求，最大降噪量为24分贝，声屏障和落水消能器都不可能达到。因此，消声导流片成为唯一可以选择的方案。鉴于只要求厂界外敏感点达标，朝厂内的方向无降噪要求，经精确计算，1#、2#塔采取过渡式消声导流片半围方案，并在两塔之间设立声屏障。在设计阶段，冷却塔并未运行，我们以其他电厂同类冷却塔在近乎相同的工况的噪声量级和频率特性作参考，设计并制造了按1:1的尺寸取小断面的消声导流片样机进行试验室试验，测试其倍频带插入损失和阻力系数。根据试验结果，按电厂提供的模型，用扇形法计算（预测）降噪措施实施后的声场（见本页的等声平面截面图和立面截面图），确认可以满足要求。



深圳中雅机电实业有限公司
SHENZHEN ZYME INDUSTRY CO., LTD.

深圳市华富路航都大厦16楼
电话: +86 (0755) 83793731
传真: +86 (0755) 83790508
邮箱: info@zyme.cn
网址: www.zyme.cn

浙江浙能兰溪发电厂1#、2#冷却塔降噪工程

声学设计

顶盖板问题 消声器上沿与冷却塔之间的空间，是否需要完全密闭？甚至是否可以完全敞开？是个问题。我们前面的声学模型计算，是按完全密封考虑的。如果敞开，那么消声器就相当于一堵开放式声屏障，声绕射对降噪量的影响有多大呢？如果没有影响，敞开的好处就是，通风效果更好，工程投资减少，结构负荷减少。就算不能完全敞开，如果敞开部分，噪声可以达标，那么对于改善通风，减少投资，减少负荷，还是有帮助的。因此我们要考虑计算一下，究竟可以敞开多大的口子，就可以达标。

结论：敞开 1/4 的顶盖，就可达标。



完全敞开的顶盖板照片



完全封闭的顶盖板照片

安装间隙问题 由于制造和安装工艺的限制，消声片与钢结构之间有间隙，在本项目中，约6米高的两层消声片之间和约1.2米高的消声片与顶盖板之间，分别存在50毫米和150毫米的间隙，这两条间隙，会漏声，但漏声量是否会影响到达标呢？如果不影响，我们就不管它，如果影响，就必须封闭。

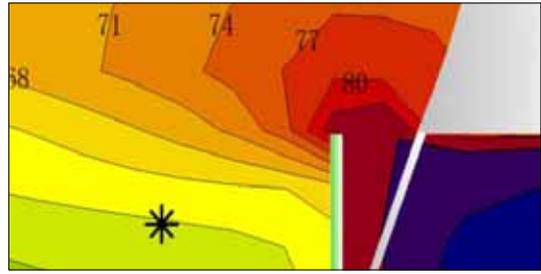
结论：间隙要完全封闭。



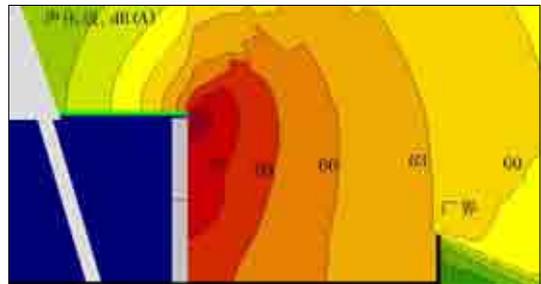
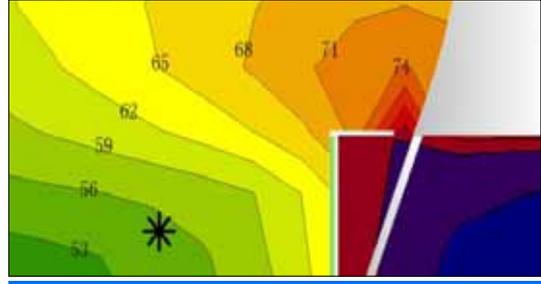
两层消声片之间的间隙照片



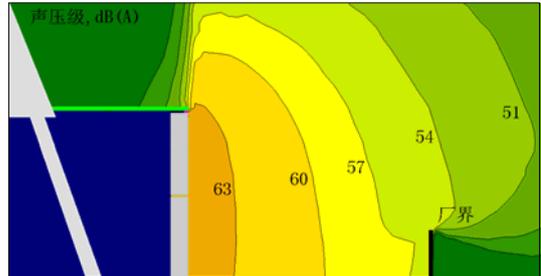
消声片与顶盖板之间的间隙照片



完全敞开的声场截面图（上）和封闭3/4的声场截面图（下）

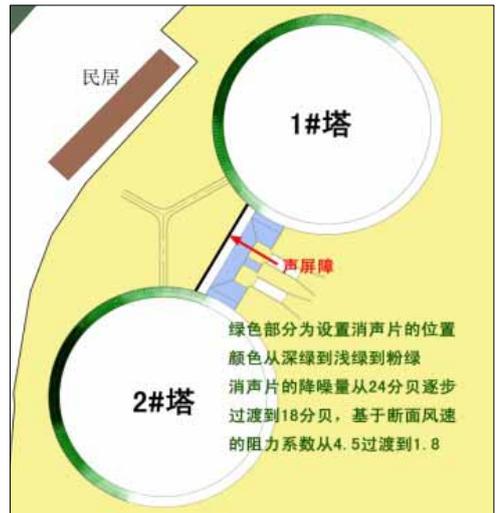


间隙不封的（上）和间隙封闭后的声场截面图（下）



通风及散热影响评估

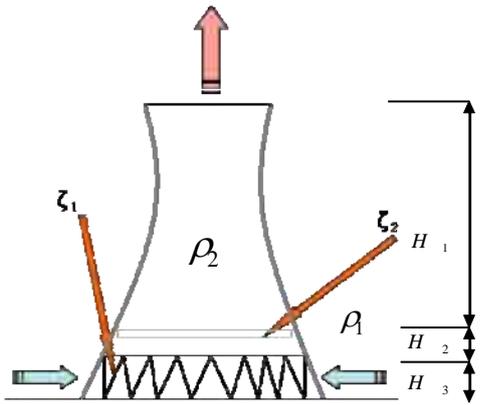
根据空气动力学原理，除了采用落水消能器的方案，对通风散热的影响可以完全忽略以外，无论采用声屏障的方案，还是采用消声导流片方案，都会增加冷却塔的通风阻力，也就是说，设立声屏障或消声片以后，冷却塔的通风量将会下降，散热效率随之下降。鉴于厂界和敏感点距离冷却塔最近的距离只有约16米，降噪要求达到24dB(A)等具体情况，综合比较，确定了消声导流片（消声器）的方案，为了在使得厂界和敏感点达标的前提下，通风阻力尽可能小，换热效率尽可能大，我们根据场界河敏感点与声源的相对位置关系，采用了消声片半围和片间距渐变的方案。



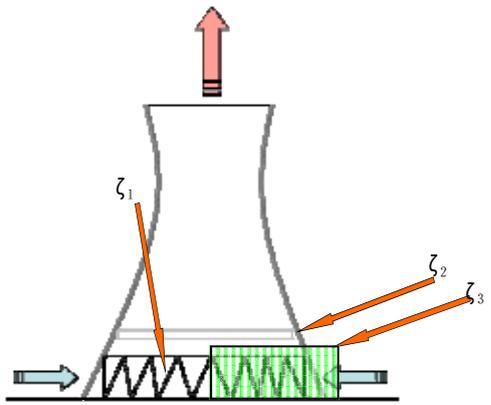
深圳中雅机电实业有限公司
SHENZHEN ZYME INDUSTRY CO., LTD.

深圳市华富路航都大厦16楼
电话: +86 (0755) 83793731
传真: +86 (0755) 83790508
邮箱: info@zyme.cn
网址: www.zyme.cn

浙江浙能兰溪发电厂1#、2#冷却塔降噪工程



$$H \cdot g \cdot (\rho_1 - \rho_2) = \frac{1}{2} \zeta \rho v^2 = \frac{1}{2} (\zeta_1 + \zeta_2) \rho v^2$$



$$H \cdot g \cdot (\rho'_1 - \rho'_2) = \frac{1}{2} (\zeta_1 + \zeta_2 + \zeta_3) \rho' v'^2$$

自然通风冷却塔的通风动力来源于冷空气遇到热水后换热升温膨胀密度下降，从而导致塔内外空气密度差，形成的压力差：

$$\Delta P = H \cdot g \cdot (\rho_1 - \rho_2)$$

而与此动力形成平衡的是通风阻力： $\Delta P = \frac{1}{2} \zeta \rho v^2$

在冷却塔内的通风阻力，可分为入口阻力、结构立柱阻力、雨区水平阻力和雨区垂向阻力，调料阻力、出口阻力等等。

设置消声器以后，在设置消声器的通路上，增加了消声器的阻力，由于消声器设计成消声量渐变，其通风阻力也随之渐变，因此，在局部区域设置了渐变消声器以后，其通风动力和阻力的重新平衡，会形成不同位置的入风口风速不同的现象，没有设置消声器的部分，风速略有提高，设置消声器的部分，风速略有下降，消声量大的部分，风速下降较大，消声量小的部分，风速下降较少，总体而言，通风总量略有下降。同时，由于总风量略有下降，空气的温升更大，塔内空气密度更小，形成的通风动力更大。最终达成了新的气动平衡。

根据上述对拟采用的消声片方案在试验室测试的阻力系数，结合兰溪电厂冷却塔结构所形成的空气动力性能（阻力系数），可以计算得到新的气动平衡条件下的通风总量，为原来通风总量的98% ~ 98.5%。

再根据热力学和传热学原理，计算出新的热力平衡点，得到变化后的散热量为原散热量的99.3% ~ 99.5%。



深圳中雅机电实业有限公司
SHENZHEN ZYME INDUSTRY CO., LTD.

深圳市华富路航都大厦16楼
电话: +86 (0755) 83793731
传真: +86 (0755) 83790508
邮箱: info@zyme.cn
网址: www.zyme.cn

浙江浙能兰溪发电厂1#、2#冷却塔降噪工程

结构力学设计 户外设立的消声导流片和声屏障，其主要负荷为风和雪。采用钢结构作为消声导流片构件和声屏障构件的支撑。钢结构的设计，严格按照钢结构设计国家标准，并按兰溪当地的^{最大}风负荷和雪负荷建立模型计算，确定钢结构及基础方案。

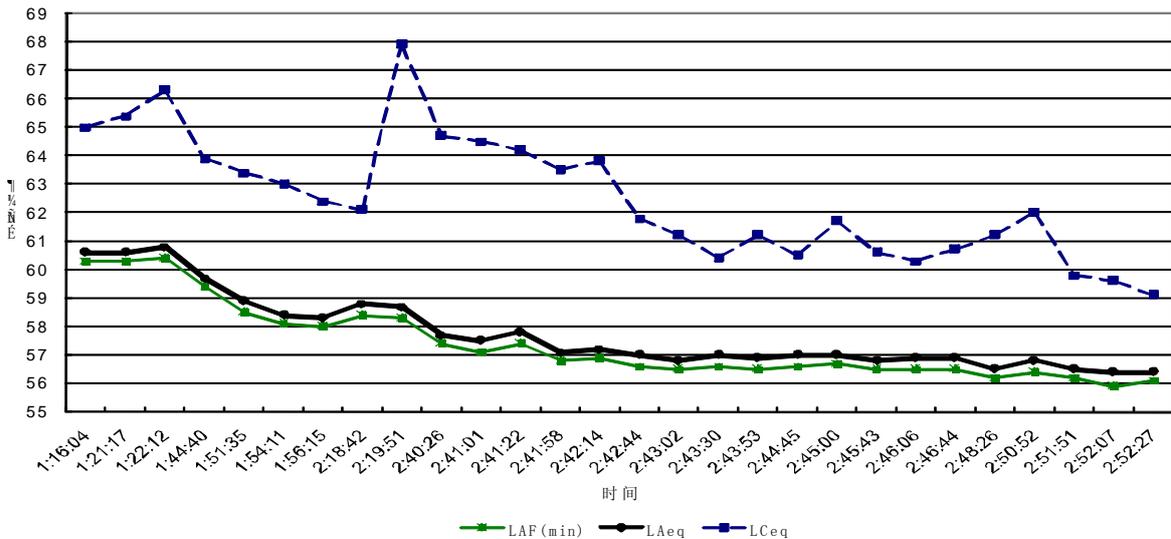


构件制造 所有构件均严格按设计图纸，在我公司设立在东莞市的制造基地完成制造和检验，运输至现场。



现场安装 现场安装由当地施工企业根据我公司提供的安装图纸和技术要求，在业主和业主委托的监理工程师的共同管理下实施。我公司派出技术人员驻现场配合。

效果测试 由于距离最近的敏感点紧靠公路，在测试的期间，该公路白天和晚上的运输都比较繁忙，同时，冷却塔也是24小时满负荷运行，因此，测试的数据是现场所有噪声对敏感点的共同作用结果。为了获得相对准确的数据，我们把测试时间安排在下半夜1点至3点（交通噪声相对较低），测试结果为57分贝。与预测值相符。（冷却塔的淋水声近似于白噪声，中高频贡献为主。下图可见，A声级与C声级的值差别较大，说明低频贡献明显，这些低频贡献，主要来源于附近的重型运输车辆。）



深圳中雅机电实业有限公司
SHENZHEN ZYME INDUSTRY CO., LTD.

深圳市华富路航都大厦16楼
电话: +86 (0755) 83793731
传真: +86 (0755) 83790508
邮箱: info@zyme.cn
网址: www.zyme.cn