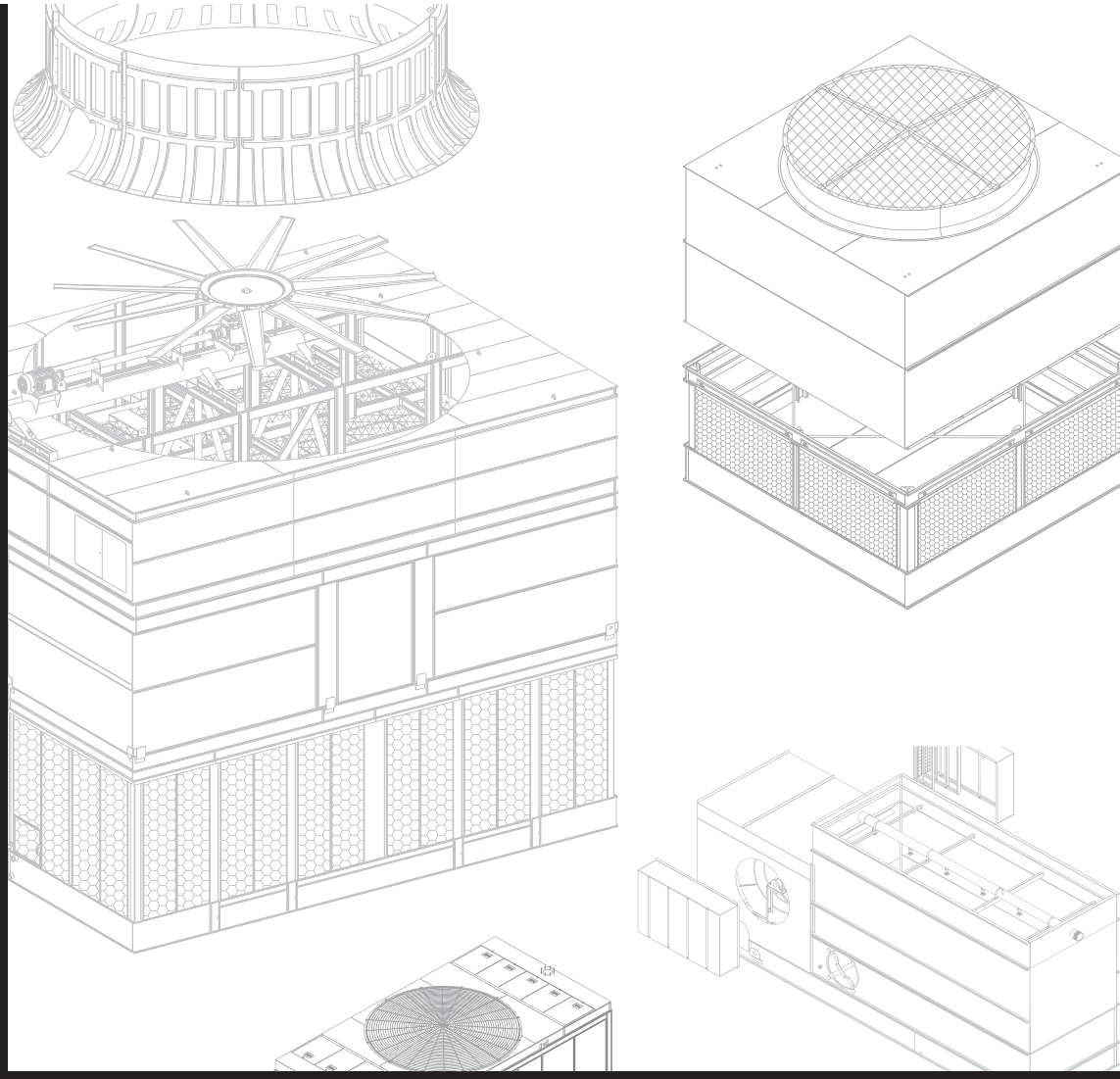
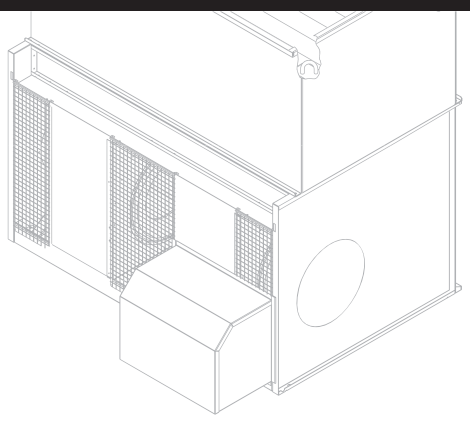
产品手册



运行维护手册

益美高引风式及
强风式开式冷却塔

AT, AT ATLAS, AXS, LPT, LSTE



evapco® for LIFE

目录

简介 4
安全防范 4
初次存储和/或闲置期推荐维护 4
国际建筑规范（IBC）规定 4
初次及季节性启动检查列表 5
概述 5
初次及季节性启动 5
检修维护表 6-7
季节性停机检查表 7
冷却塔基本运行动作顺序 8
系统关闭/无负荷 8
系统/冷凝温度升高 8
系统温度稳定 8
系统温度下降 8
系统关闭/无负荷 8
旁通模式 8
可选择的解冻循环 8
通风机系统 9
通风机电动机轴承 9
通风机轴滚珠轴承 9
玻璃钢超低噪声通风机叶片 9
轮毂和螺栓 9
通风机皮带调整 10-11
齿轮驱动 12
空气入口 12
通风机系统—容量控制 12
通风机电动机的启停 12
电动机启停的动作顺序 12
双速电动机 12
变频驱动 13
循环水系统—日常维护 14
冷水盘中的吸入口滤网 14
冷水盘 14
冷水盘的工作水位 15
补水阀 15
加压的水分配系统 16
重力供液的水分配系统 16
排污阀 16
水处理和水质 17
排水或排污 17
镀锌钢—钝化 17
水质参数 18
生物污染控制 19
灰水和再生水 19
空气污染 19
不锈钢 20
不锈钢表面的维护 20
不锈钢的清洗 20
冬季运行 21
机组布置 21
循环水的防冻保护 21
机组配管 21
机组附件 22
寒冷气候运行的容量控制方法 22
冰的控制 23

故障处理 **24-26**
替换部件 **27**
部件识别图 27
AT 1.2m (4')宽机组 28
AT 1.8m, 2.3m, 2.4m, 2.5m (6', 7.5', 8' & 8.5')宽单元塔—侧面接管 29
AT 1.8m, 2.3m, 2.4m, 2.5m (6', 7.5', 8' & 8.5')宽单元塔—端面接管 30
AT 2.1m (7')宽单元塔—端面接管 31
AT 3m, 3.6m (10' & 12')宽单元塔—侧面接管 32
AT 3m, 3.6m (10' & 12')宽单元塔—端面接管 33
AT 4.2m x 7.3m (14' x 24')单元塔—侧面接管 34
AT 4.2m x 7.3m (14' x 24')单元塔—端面接管 35
AT 4.2m x 7.9m (14' x 26')单元塔—端面接管 36
AT 4.2m x 7.9m (14' x 26')单元塔—侧面接管 37
AT 13m x 7.9m (42' x 26')三单元冷却塔—底部进水/底部出水 38
配备超低噪声通风机的AT所有箱体尺寸单元塔—侧面或端面接管 39
AT Atlas机组 40
LPT机组 41
LSTE 1.2m, 1.5m (4' & 5')宽机组 42
LSTE 2.4m, 3m (8' & 10')宽机组 43
AXS机组—单层和双层 44
AXS所有箱体尺寸机组—配备超低噪声通风机 45
备注 46-47

简介

感谢您选用益美高蒸发式冷却设备。益美高设备采用高质量材料，设计先进，正确维护下使用寿命长。

设备交付后应立即彻底清除设备上的道路盐、污垢和碎屑。因产品表面残留的污物导致的设备损坏，不在质保范围内。

由于蒸发式冷却设备一般安装在远处，定期维护检查常常被忽略。制定定期维护计划并付诸实施极为重要。该手册可作为制定维护计划的指南。整洁和良好维护可使机组获得长久的使用寿命，并在最高效的状态下运行。

该手册包括设备启动、设备运行和停机时的推荐维护保养内容及其周期。请注意，这里推荐的维护周期是设备的最低限度。如运行条件需要的话，应进行更加频繁的维护保养。

您可在28~45页看到设备的部件分布图示，以便您更好地了解所选用的设备。

如果需要更多关于设备运行及维护的信息，请联系您当地的益美高代理商。也可访问益美高网站www.evapcoasia.com来获得相关信息。

安全防范

有资质的人员对设备进行运行、维护或维修时应谨慎小心，并依照程序采用正确的工具来操作，以避免人员伤害和/或财产损失。以下的警告仅作为指导方针。

当通风机网罩和检修门没有就位并被确定安全前，设备不得运行。

每一个通风机电动机都对应一个可锁定的切断开关，该切断开关应安装在设备的可见范围之内。在对机组进行任何形式的维护或检修前，应确认所有的电源已被切断，并被锁定在“关”的状态。

任何AT、LPT或LSTE机组的顶部都不可被故意地当作工作平台来使用。无任何例行维护需要在该区域进行。

建筑物供水系统一般使用公共或私人提供的饮用或非饮用水源来供水。建筑物水系统的供水可能含有通过水传播的各种病菌，包括军团菌，如果吸入或者喝下会导致各种疾病。由于蒸发式冷却设备也使用相同的建筑物用水，这些病原体可能会在设备中传播。因此，应仔细考虑设备的位置，进行有效的循环水管理并实施严格检查和清洁方案。（您可在《运行维护手册》的“生物污染控制”章节获取更多信息）

初次存储和/或闲置期推荐维护

如果设备会闲置一段时间，我们除了要按照维护说明书的要求对所有部件进行维护外，还需额外进行以下工作：

- 每月至少一次手动转动通风机轴承和电动机轴承。确定机组的切断开关已被锁上并加以标识以后，用手抓住通风机叶片转动几周，检查有无异常情况。
- 如果设备的闲置期长于几周，需每周转动齿轮减速箱（如提供）5分钟，或检查皮带轮和轴套有无腐蚀，刮除腐蚀并涂上≥95%的富锌漆（ZRC）。
- 如果设备的闲置期长于3周，将齿轮减速箱注满油。**运行前将油排至正常油位。**
- 如果设备的闲置期长于3周，需润滑通风机轴轴承以及用于调整电动机的全螺纹螺栓。
- 如果设备的闲置期长于1个月，需每半年进行一次电动机的绝缘检测。
- 如果设备的通风机电动机至少停止运转24小时，而同时水泵持续将水喷淋到换热介质表面，建议电动机空间加热器开启。或者，每天两次、每次10分钟向电动机供电，以排出电动机线圈内的潮气。

国际建筑规范（IBC）规定

国际建筑规范（IBC）是一套全面解决建筑系统的结构设计及安装要求的规范—包括HVAC和工业制冷设备。该规范要求蒸发式冷却设备及其他永久安装在设备结构上的部件必须设计满足于其所在建筑物相同的抗震和抗风等级。

所有配备在益美高冷却塔上的部件都必须通过独立审核并且每一部件都应符合风力荷载及地震力荷载，这其中包括接管、风管、水管及电路连线。这些部件必须灵活地安装在益美高机组上以保证其不会转移给设备额外的风力及地震力荷载。

初次及季节性启动检查列表

概述

- ☐ 1. 核实所有的安装均符合益美高《设备布置说明书》中对安装的各项要求，该说明书可从www.evapcoasia.com网站下载。
- ☐ 2. 对于多速通风机电动机，检查并确认当开关由高速转为低速时，速度的改变应有30秒或者更长的时间延迟。还要检查联动装置，以避免高速档和低速档同时被开启。同时应确认高低速的运转方向相同。
- ☐ 3. 检查并确认所有联动装置工作正常。
- ☐ 4. 当机组采用变频驱动时，确认已经设置所要求的最小速度，并应与变频器厂家推荐的最小速度相一致。应避免共振，向变频器厂家确认推荐的非共振频率。更多信息见“通风机驱动系统容量控制”部分。
- ☐ 5. 检查并确认用来控制通风机启动先后顺序的传感器和旁通阀调节装置位于旁通水和冷凝器供水混合点的下游。
- ☐ 6. 检查并确认水处理方案已被执行，包括镀锌钢机组的钝化。更多详细信息见“水处理和水质”部分。
- ☐ 7. 如果设备将被闲置较长一段时间，应遵循厂家提供的说明书对通风机电动机进行长期储存。储存期间严禁用塑料布或者油布来遮盖设备。遮盖行为会使机组的热量无法散发出去，有可能会损坏机组的塑料部件。更多关于机组储存的信息请向当地益美高代理商咨询。
- ☐ 8. 如果设备在寒冷季节、或者湿度很高的环境下运行，或者至少24小时甚至更长时间停止运转，建议安装电动机空间加热器，并且空间加热器应该开启。也可采用每天两次、每次10分钟向通风机电动机供电的方式，以排出电动机线圈内的潮气。

开始任何维护前，确认与机组相连的所有电源已被关闭，并全部锁上，同时加以标识！

初次及季节性启动

- ☐ 1. 将所有杂物清除掉，比如空气入口处的树叶和垃圾。
- ☐ 2. 冲洗冷水盘（过滤网仍保持在原位），冲掉沉积物和污垢。
- ☐ 3. 拆下过滤网，冲洗干净后重新装上。
- ☐ 4. 检查机械浮球阀是否运行灵活。
- ☐ 5. 检查水分配系统的喷嘴，如需要的话进行清洁。检查喷嘴的方位是否正确。见“加压的水分配系统”部分。（初次启动时无需检查此项，喷嘴的清洁和方位设定已在工厂完成）
- ☐ 6. 检查并确保脱水器（挡水板）安全就位且方向正确。
- ☐ 7. 调整通风机皮带的松紧，详见本手册“通风机皮带调整”部分
- ☐ 8. 在季节性启动前先润滑通风机轴轴承。
- ☐ 9. 用手转动风叶，确保风叶转动正常无阻碍。
- ☐ 10. 目测通风机叶片。从叶片尖端到通风机轮毂之间的剪刃间隙应最小为6.35mm（1/4”）。叶片应被安全地紧紧固定在通风机轮毂上。
- ☐ 11. 如果系统和管道的“死角”中有滞留水，通风机运转前应对设备进行消毒。更多信息见ASHRAE手册12-2020和CTI指南GDL-159。
- ☐ 12. 手动向冷水盘注水，直至溢流口位置。

设备电源接通后，检查以下内容：

- ☐ 1. 根据需要调整机械浮球阀，使机组水盘水位保持在正常的工作水位。更多信息见“循环水系统－运行水位”部分。
- ☐ 2. 检查并确认通风机转动方向正确。
- ☐ 3. 测量所有三相供电的电压和电流。电流不应超过电动机铭牌标定的满载电流太多，应将服务系数计算在内。
- ☐ 4. 将排污阀调整到合适的流量。最大排水量为0.189升/秒/100吨 (3US GPM/100 tons)。请向您当地有资质的水处理公司咨询所需的最小排污流量。
- ☐ 5. 更多通风机电动机的维护及长期储存信息请查阅制造商提供的说明书。电动机应按照制造商提供的说明书进行润滑和维护。

检修维护表

程序	频率
1. 清洁水盘滤网	每月或根据需要
2. 清洗冲刷水盘*	每季度或根据需要
3. 检查排污阀，确认其工作正常	每月
4. 检查水盘中的运行水位，如需要则调节浮球阀	每月
5. 检查水分配系统和喷淋状况	每月
6. 检查脱水器（挡水板）	每季度
7. 检查风叶有无裂纹，是否平衡及振动情况	每季度
8. 检查皮带轮、轴套、通风机轴和风叶轮毂有无腐蚀。刮除腐蚀并涂上冷镀锌防锈漆	每年
9. 润滑通风机轴轴承	每运行1000小时或每3个月
10. 检查皮带松紧度并调节	每月
11. 检查摆动式电动机底座，并根据需要涂油脂润滑	每年或根据需要
12. 检查通风机网罩、进风格栅和通风机。去除杂物和灰尘	每月
13. 检查并清洁保护层 – 镀锌钢：刮除腐蚀并涂上冷镀锌防锈漆 – 不锈钢：用不锈钢清洁剂擦拭清洁	每年
14. 检查水质生物污染的情况。根据需要清洗机组并联系水处理公司获得水处理意见*	经常
15. 检查AXS（横流塔）热水盘有无杂物及腐蚀现象	每月

可选件：

1. 齿轮减速器–机组停机时检查油位	启动后24小时及每月
2. 齿轮减速器/管道–查看油是否泄漏，并检查是否有异常噪声和振动	每月
3. 齿轮减速器–更换油	每半年
4. 油泵–查看油是否泄漏，接线是否正确	每月
5. 齿轮减速器/联轴器–检查该系统的调校	启动后24小时及每月
6. 联轴器/轴–检查挠性元件和紧固件，扭矩是否合适，有无松脱、裂纹或老化现象	每月
7. 电子水位控制器–检查控制装置并清洗探针端部	每季度
8. 加热器–检查接线盒有无松动和受潮	启动后一个月及每半年

* 蒸发式冷却设备必须定期清洗以防止包括军团菌在内的生物滋生。

注意：这里推荐的维护周期是设备的最低限度。如运行条件需要的话，应进行更加频繁的维护保养。

检修维护表（续）

可选件：

9. 加热器–检查部件的结水垢情况	每季度
10. 电子水位控制器–检查接线盒有无松线和受潮	每半年
11. 电子水位控制器–清洗探针端部的水垢	每季度或根据需要
12. 电子水位控制器–清洗内部立管	每年
13. 电磁补水阀–检查并清洁阀体和滤网污垢	根据需要
14. 振动开关（机械）–检查接线有无松动和受潮	启动后一个月及每月
15. 振动开关–调节灵敏度	启动期间及每年
16. 水盘清洗管–检查并清洗管中的脏物	每半年
17. 水位指示器–检查并清洗	每年

停机期间：

停机期间	推荐操作	频率
两天及以上	每次10分钟向电动机空间加热器供电或者运转电动机	每天两次
短暂几周	运转齿轮减速器5分钟	每周
较长的几周	齿轮减速器加满油，运行时再将油排至正常油位	一次
一个月或更长	旋转电动机轴/通风机10圈	每两周
	用高阻表测量电动机绕组	每半年

季节性停机检查表

当系统长期停机时，应进行下列操作。

- ☐ 1. 蒸发式冷却设备冷水盘中的水应被排空。
- ☐ 2. 将冷水盘冲洗干净，同时吸入口滤网仍保持在原位。
- ☐ 3. 吸入口滤网应拆下冲洗干净，然后再安装上去。
- ☐ 4. 冷水盘的排水应保持在打开状态。
- ☐ 5. 应润滑通风机轴轴承和电动机底座的调节螺栓。设备放置一段时间后初次启动时也应检查该项。
- ☐ 6. 补水阀须关闭。如果无伴热带和隔热材料包裹，所有的补水管、溢流管和排水管均应排空。如有配备电子水位控制器（EWLC），应用伴热带和隔热材料包裹。
- ☐ 7. 检查机组的防腐保护层是否完整。必要的话进行清洁并重新喷涂。
- ☐ 8. 通风机轴承和电动机轴承需要每月至少手动转动一次。确定机组的切断开关已被锁上并加以标识以后，用手抓住通风机叶片转动几周，检查有无异常情况。
- ☐ 9. 电动机空间加热器开启。

更多通风机的维护及长期储存信息请查阅通风机制造商提供的说明书。

冷却塔基本运行动作顺序

系统关闭/无负荷

系统泵和通风机关闭。如果水盘中充满了水，水温必须至少为4.4˚C (40˚F)以避免结冰。可以采用水盘电加热器来达到此目的。更多冬季运行及维护的内容见本手册“冬季运行”部分。

系统/冷凝温度升高

系统泵开启。只开水泵时，机组大约能提供10%的冷却能力。

注意：如果仅开启系统泵就能满足负荷要求（机组的通风机电动机关闭），那么通风机电动机的空间加热器（如有）在此闲置期间应开启。或者，每天两次，每次至少10分钟开启电动机，以保护电动机绝缘不被破坏。

如果系统温度持续上升，则通风机依次开启。如安装了变速控制器，通风机先以最低转速运转。更多通风机转速的选项请参阅本手册“通风机系统—容量控制”部分。随着系统温度的逐渐上升，通风机的转速也随之加大，直至全速。

注意：当气温达到冰点以下时，推荐的变速控制器最低转速为全速的50%。多模块机组中，所有工作模块上的通风机必须同时控制，以避免通风机上结冰。

系统温度稳定

可以通过用变速驱动器来调整通风机转速的方式，或者转换双速电动机的单双速的方式对出水温度进行控制。

系统温度下降

根据需要降低通风机转速。

系统关闭/无负荷

系统泵关闭。寒冷天气时互锁的起动器将开启水盘电加热器可选件。

旁通模式

在寒冷的月份中，旁通模式可作为容量控制的一种手段。旁通模式可以将冷却塔的进水“旁通”过水分配系统，直接进入机组水盘。或者，本应进入冷却塔的水通过旁通管，直接接入冷凝器的回水管。注意：旁通阀的位置应低于冷却塔水盘底部4.6m (15’)以保证正常运行，防止气穴。旁通模式应一直持续到水温达到可接受范围（通常为26.7˚C/80˚F），然后，关闭旁通，使水流经填料。

益美高不推荐部分水旁通，因为过低的环境温度有可能导致换热介质结冰。

可选择的解冻循环

在寒冷季节，有时会用到解冻循环来控制机组内外的结冰。解冻循环时，冷却塔的通风机以不超过半速的转速反转，同时系统泵将水输送到机组的水分配系统。通风机反转可以融化机组或进风格栅上的冰。对于引风式机组，无论采用标准的皮带驱动还是可选的齿轮驱动，所有益美高提供的多速或者变频电动机都具有反转功能。

强风式冷却塔不推荐解冻循环。在强风式机组中，允许出水温度设定点上升，导致通风机关闭很长一段时间，这增加了通风机驱动部件结冰的可能性。不同于引风式机组的解冻循环，强风式机组应以低速（采用双速电机）或以最低限速（变频驱动，不低于25%）运行，以保持机组内的正压，从而防止通风机驱动部件上结冰。

注意：水温的最低控制点不得低于5.56˚C (42˚F)。

通风机系统

离心式机组和轴流式机组的通风机系统结构坚固，维护工作极少，但像所有运动部件一样，需要定期检查和间隔适当时间加注润滑脂以保证无故障运行。推荐维护计划如下。

通风机电动机轴承

T.E.A.O（全封闭空冷式电动机）和T.E.F.C.（全封闭风冷式电动机）在益美高蒸发式冷却设备上都有使用。这些电动机专为冷却塔设计制造，比如永久润滑的轴承以及轴承、轴和线圈的特殊防潮保护。长时间停机后，设备电动机再次启动前应用绝缘测试仪来检查电动机有无漏电现象。

通风机轴滚珠轴承

对于引风式机组，每运行1000小时或每3个月应对通风机轴的滚珠轴承加注润滑脂。对于强风式机组，每运行2000小时或每6个月应对通风机轴的滚珠轴承加注润滑脂。下列任何一种防水、缓腐蚀润滑脂均适用于环境温度-29˚C~177˚C (-20˚F~350˚F)。如运行温度更低，请联系益美高公司。推荐使用：

Mobil – Polyrex EM　　Chevron – SRI

润滑脂应缓缓注入，以免损坏轴承密封。加注润滑脂时推荐使用手动注油枪。当采用一种新的润滑脂时，轴承上所有的原润滑脂都应被更换掉。

所有益美高的机组均带有延长的润滑脂注加管，以方便通风机轴承的润滑。见表1：

机组描述	润滑脂注加位置
引风式机组：AT 外置式电动机	通风机箱体检修门以内
引风式机组：AT 内置式电动机	通风机箱体检修门以内
引风式机组：AXS	机组内部，驱动系统的机械支撑处
LSTE强风式机组	机组侧面
LPT强风式机组	机组进风面

表1 – 皮带驱动机组的润滑脂注加管的位置

请注意：强风式机组在通过延伸油管加注润滑脂时无需拆下通风机进风网罩。

玻璃钢超低噪声通风机叶片

建议检查玻璃钢叶片的整体状况——每季度，使用温和的清洁剂洗掉叶片表面的灰尘和污物。洗完之后用水冲刷干净。

褪色和表面的瑕疵属于正常现象。叶片的外表面涂层上可能会产生裂纹，如果裂纹过深已经穿透表面涂层请联系当地的益美高代理商进行进一步检查。

轮毂和螺栓（仅用于风叶直径为132”和156”的多叶片通风机）

检查螺栓扭矩是否合适——每半年。扭矩值请查看轮毂铭牌。

轮毂和螺栓需检查腐蚀情况——每年。如有腐蚀，刮掉腐蚀再涂上≥95%富锌漆 (ZRC)。

通风机皮带调整

启动时和第一次24小时运行之后，均应检查通风机皮带的张力并调整松紧度。皮带松紧度和通风机电动机的位置调整适当时，在两个皮带轮间的皮带上用一个手指施加适度压力，皮带中间的挠度约为13mm (1/2”)。图1，图2分别展示了两种测量偏差的方法。皮带的松紧应每月检查一次。松紧合适的皮带在电动机启动时不会发出尖锐的噪音。

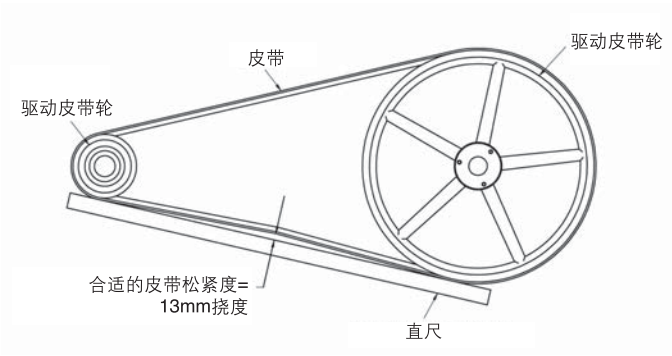


图1－方法1

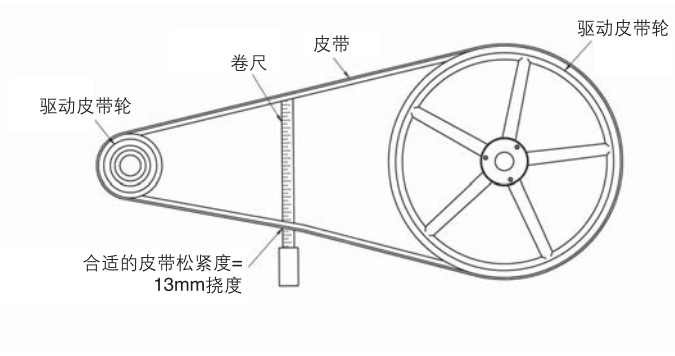


图2－方法2

电动机外置的引风式皮带驱动型机组（如图3），以及LSTE系列强风式机组（如图4和图5），皮带轮和皮带调整适当时，电动机底板上两个“J”型调整螺栓露出的牙数应该相等。

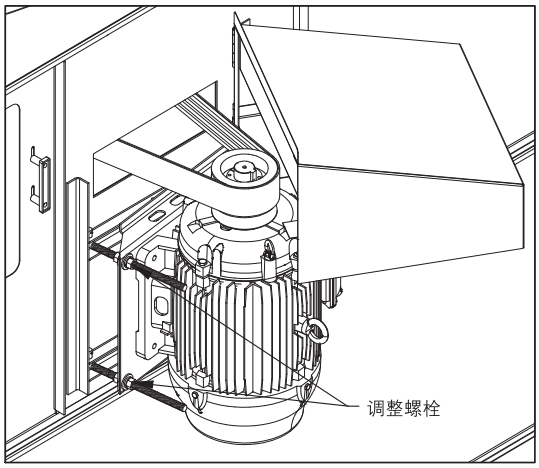


图3－外置式电动机，AT机组

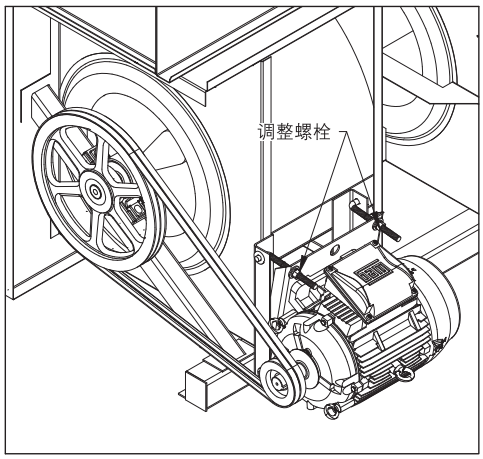


图4－外置式电动机，
1.2m (4’)和1.5m (5’)的LSTE机组

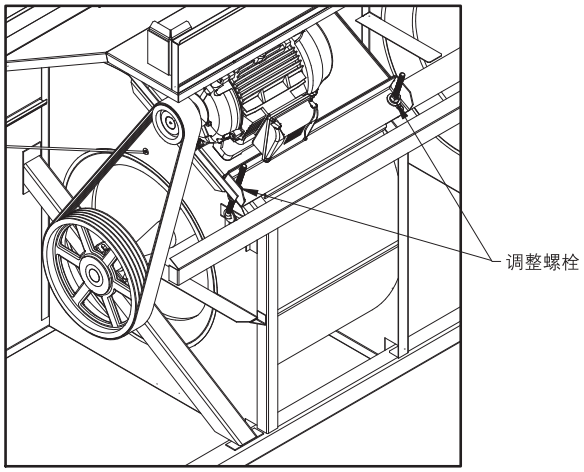


图5－外置式电动机，
2.4m (8’)和3m (10’)的LSTE机组

电动机内置的引风式皮带驱动型机组（如图6、图7），以及LPT机组（如图8），需要工具来调整电动机位置。工具卡在调整螺帽上。使用时，将六角扳手的端部套在调整螺帽上，向正确的方向旋转螺帽来拉紧皮带。当皮带的松紧合适时，拧紧锁紧螺帽。

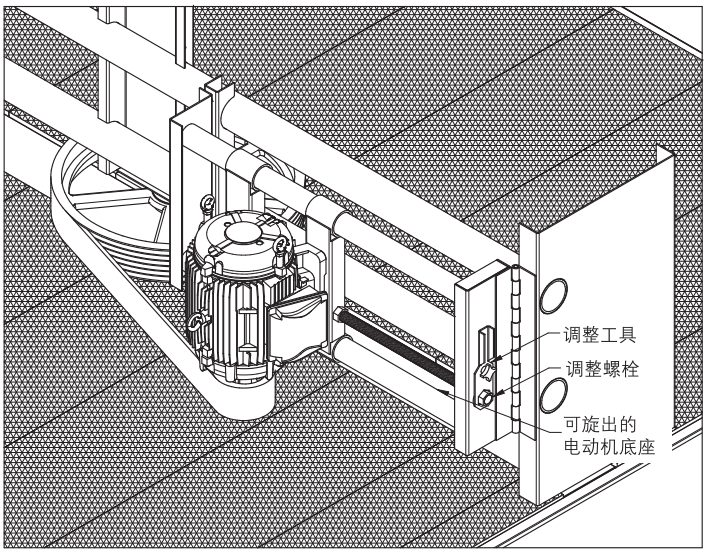


图6－内置式电动机，AT机组

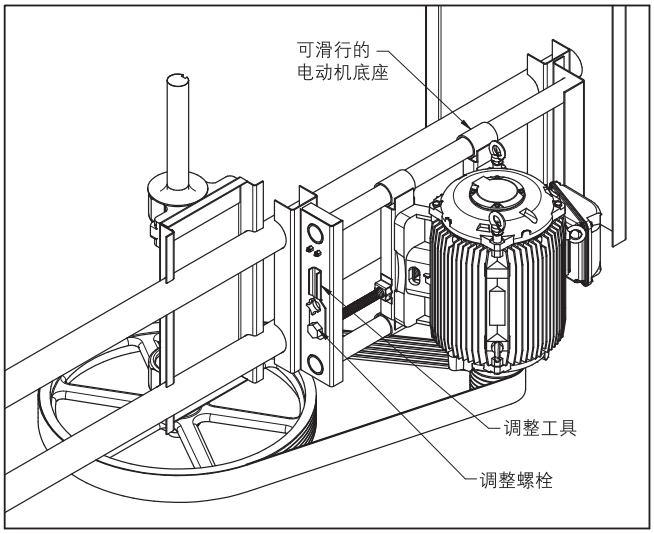


图7－内置式电动机，AXS机组

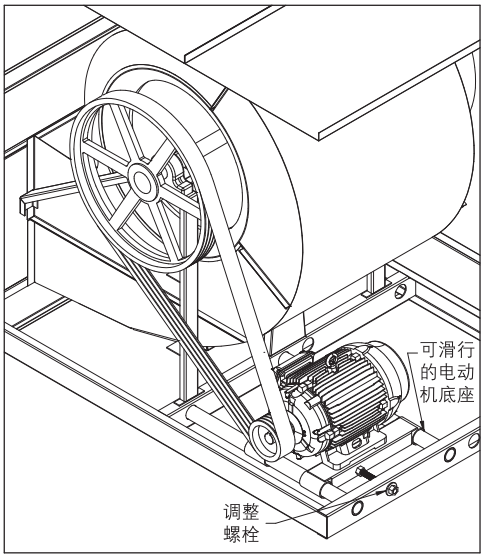


图8－外置式电动机，LPT机组

齿轮驱动

采用齿轮驱动的引风式机组需要特殊的维护。请查阅齿轮箱制造商提供的维护说明书。该说明书将随同机组一起发运。

空气入口

每月一次检查进风格栅（引风式机组）或通风机网罩（强风式机组），清除纸片、树叶及其他会堵塞机组进风口的杂物。

通风机系统—容量控制

有几种方法可对蒸发式冷却设备进行容量控制：通风机电动机的启停，采用双速电动机和采用变频驱动（VFD）。就所有情况而论，如果电动机较长时间闲置而水流仍然直接流过换热介质时，电动机的空间加热器应开启。

通风机电动机的启停

通风机电动机的启停需要利用一个单级的温度调节装置来感应水温，温度调节装置的接触器会和通风机电动机起动器的吸持线圈串连在一起。

电动机启停的动作顺序

当负荷的变化幅度范围比较大时，通过启停通风机电动机来控制容量通常并不合适。 在这种方式中，只有两种稳定的性能等级：通风机开启，100%能力；通风机关闭，大约10%能力。请注意，通风机电动机的频繁启停会导致电动机过热。控制应设置为每小时最多只允许6次启停。

双速电动机

当双速电动机与通风机电动机启停结合使用时，可额外增加一级控制档。电动机低速运转时可提供近全速运行时能力的60%。

进行双速控制时，不仅仅只需要一个双速电动机，还需要一个双级温度控制装置和合适的双速电动机起动器。最普通的双速电动机是单绕组类型，也就是我们常说的换向极设计。也可采用双速双绕组电动机。所有应用在蒸发式冷却设备上的多速电动机都应采用可变力矩设计。

请着重注意：使用双速电动机时，电动机起动器的控制器必须装配一个时间延迟继电器。当速度从高速转为低速时，时间延迟应至少有30秒。

最大负荷下采用双速电动机的双通风机机组的操作顺序

1. 两个通风机电动机均全速 – 全部水量流经两个单元塔
2. 一个通风机电动机高速，一个通风机电动机低速 – 全部水量流经两个单元塔
3. 两个通风机电动机均低速 – 全部水量流经两个单元塔
4. 一个通风机电动机低速，一个通风机电动机关闭 – 全部水量流经两个单元塔
5. 两个通风机电动机均关闭 – 全部水量流经两个单元塔
6. 两个通风机电动机均关闭 – 单个塔体的满负荷水量流经一个单元塔

变频驱动

变频驱动(VFD)可提供最精确的容量控制。变频驱动器将固定的交流电压和频率转换为可调的交流电压和频率，从而控制交流电动机的转速。通过调节电压和频率，交流感应电动机可在各种不同转速下运行。

使用变频驱动技术后，电动机启动次数更少并且运转更为平滑，因而有助于延长设备机械部件的使用寿命。变频驱动技术特别适合于寒冷气候下蒸发式冷却设备的运行。可以调节风量，将结冰现象减至最小；也可以电动机反转进行除冰。利用变频驱动进行容量控制还必须配备变频电动机，益美高可提供该选项。

电动机的类型，变频驱动器（VFD）的生产厂家，电动机引出线长度（电动机与VFD之间），电线管道的布置和接地情况会对电动机的响应和寿命产生明显影响。请选择与益美高机组的电动机匹配的高质量变频驱动器。变频驱动器的不同结构和安装方式会对电动机和变频驱动器的性能产生影响。我们在选择和安装变频驱动器时需要重点考虑的两个参数是转换频率及电动机与变频驱动器之间的距离（涉及引出线长度）。请参看变频驱动器厂家的结构及安装说明。电动机引出线长度受电动机供应商的限制。无论采用哪一家供应商，电动机与驱动器之间的最小电动机引出线长度应符合通用做法。

最大负荷下采用变频驱动的多通风机机组的操作顺序

1. VFD应当同步加速，统一减速。
2. VFD需要有一个可预先设定的切断装置，以防止水温过低和防止通风机以接近零的速度运转。
3. 电动机运转速度低于全速的25%时，很难实现节能和容量控制。除非工厂提交文件中另有说明，否则建议最低转速为全速的25%。

变频驱动锁定提示

有资质的人员对通风机/驱动系统进行维护时，应谨慎小心，并采用正确的措施和工具来操作，以避免人身伤害和/或财产损失。

确定并锁定有害的共振频率。

不同于传统的固定转速的系统，变频驱动（VFD）通风机系统的设计运行速度介于25%（15Hz）至100%（60Hz）之间，这就产生了机组在共振频率下运行的可能性。在共振频率下持续运行可能会导致结构件过度振动、疲劳，和/或驱动系统的噪声及故障。业主和操作人员在启动和调试过程中必须预见到共振频率的存在并锁定避开这些频率，以防止驱动系统产生运行故障和结构损伤。作为正常启动和调试的一部分，应确认是否有共振，并在VFD软件中将其频率锁定。

机组的支撑结构、外部管道和附件会影响整体的谐波构成和系统的坚固程度。变频器的选择也会对系统的运行状况产生显著影响。因此，制造商在工厂里做最终检查和测试时，无法事先确定所有的共振频率。只有机组安装在系统中以后，才能确定相关的共振频率（如有）。

在现场检查共振频率时，必须执行加载和卸载测试。另外，变频器的载波频率应进行调整，使之与VFD最为匹配。更多信息和说明，请参阅您的驱动器启动程序。

检测共振频率时，需要一步一步地以2Hz的间隔，从VFD运行范围的最低工作频率逐步达到全速。在每一步，将通风机暂停足够长的时间，使之达到稳定状态。注意每一次机组振动的变化。从全速到最小速度，不断重复以上操作，如果有振动感应频率存在，通过加载与卸载试验可以辨别出其频率，然后将其锁定在VFD程序中。

更多关于变频驱动的信息，请从益美高网站www.evapco.com上下载益美高参考文件“变频驱动”。

循环水系统—日常维护

冷水盘中的吸入口滤网

水盘滤网应当每月或必要时经常拆下清理，吸入口滤网是防止杂质进入系统的第一道屏障，确保滤网恰当地安装在水泵吸入口之上，反涡旋罩旁边。

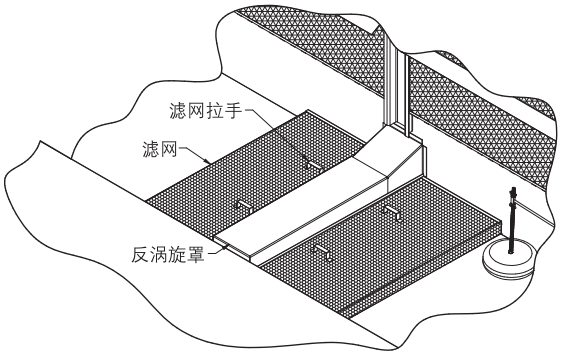


图9－AT滤网安装

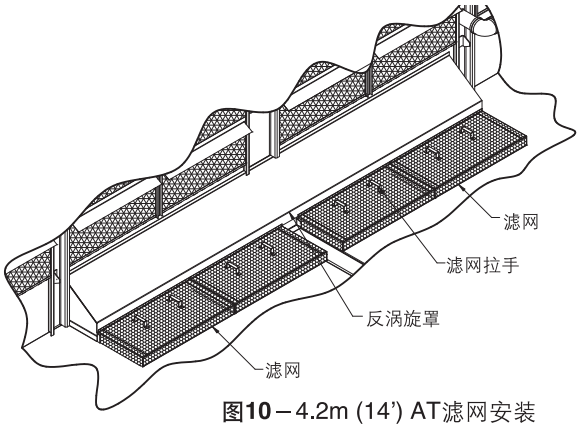


图10－4.2m (14') AT滤网安装

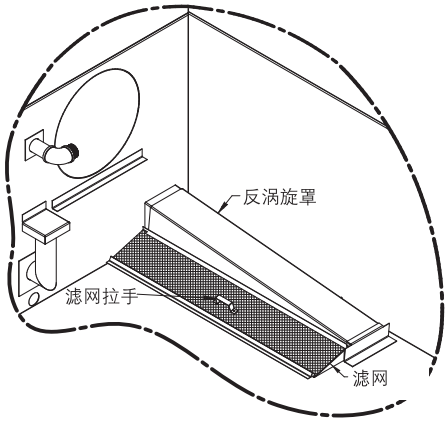


图11－LSTE滤网安装

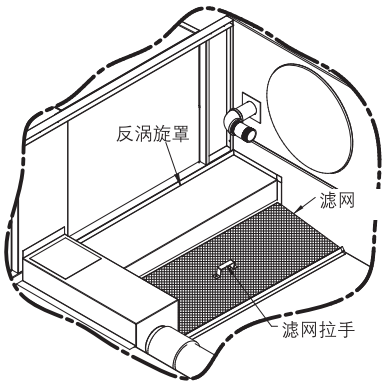


图12－LPT滤网安装

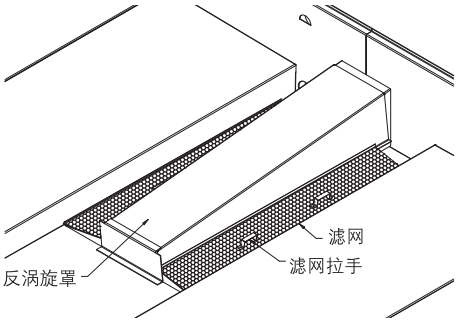


图13－AXS滤网安装

冷水盘

冷水盘应当每季度彻底清洗，并且每月或必要时更加频繁地检查，清除水盘中积累的污垢或沉积物。沉积物会腐蚀水盘，导致水盘材料损坏。当清洗水盘时，很重要的一点是将吸入口滤网固定在原位，以防止沉积物进入系统。水盘清理后，滤网应当拆下清洗，然后水盘再注满新鲜水。

冷水盘的工作水位

工作水位应每月检查，确保水位正确。见表2。

型号		运行水位*
AT	1.2m(4')宽机组	180mm (7")
AT	4.2m(14')宽及Atlas四模块机组	280mm (11")
AT	其他	230mm (9")
AXS	所有	230mm (9")
LPT	所有	200mm (8")
LSTE	3m(10')宽机组	330mm (13")
LSTE	其他	230mm (9")

*从水盘底部最低点开始测量

表2－推荐工作水位

在首次启动设备或设备排水之后再次启动时，机组必须注水至溢流口处。这比正常工作水位要高，以便在水分配系统和设备的外接管道中能够有足够的水量。

水位应保持高出滤网。开动水泵，关闭通风机，移开进风格栅或从检修门外即可观察到水位情况。

补水阀

机械浮球阀是蒸发式冷却设备上的标准部件（除非机组按合同要求配备了可选的电子水位控制组件，或者机组采用了远置贮水槽）。通过机组外部检修门、进风格栅检修门，或拆下进风格栅即可方便地接触补水阀。铜制的补水阀通过螺纹杆组件连接到一个大的内注泡沫的塑料浮球，可灵活开合。浮球用蝶型螺母固定在螺纹杆上，水盘中的水位可通过用蝶型螺母调整浮球在螺纹杆上的位置来进行控制。见图14。

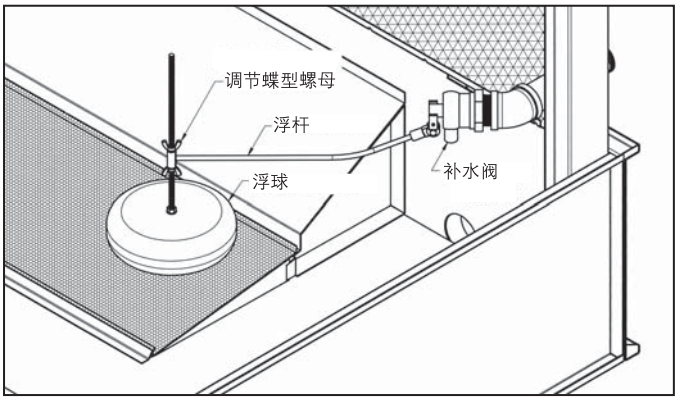


图14－机械补水阀

补水阀应当每月检查并根据需要进行调整，每年均需检查阀体是否漏水，必要时应更换阀座。机械阀的补水压力应当维持在140~340kPa (20~50psi)。

加压的水分配系统

所有益美高冷却塔均配备大口径喷嘴。水分配系统应每月进行检查，确保其正常工作。通常可在水泵开启、通风机关闭（锁住并做出标识）的情况下检查喷淋系统。

对于强风式机组（LSTE和LPT），从机组顶部拆去一块或两块脱水器，观察水分配系统的运行。

对于引风式机组（AT），检修门附近的一些脱水器上都装有把手，从机组外部就可以轻松拆下脱水器，以便观察水分配系统。喷嘴实际上不会堵塞，几乎不需要清理和保养。

如果喷嘴工作不正常，这是水盘中的过滤网不工作和水分配管道中积聚了污垢或杂物的一个信号。可用一小型尖头探针插入喷淋孔口来回捅动，取出堵塞在喷嘴中的脏物。

污垢或杂物积累特别严重时，可拆去每根支管的端帽，将脏物从总管中冲刷出去。只有在绝对必要时，才把喷淋支管或连接管拆下清理。

喷嘴清理完毕后，还应检查水盘中的滤网，确保其处于良好状态，并放置正确，以免产生气穴或裹进空气。

当检查、清理水分配系统时，也应经常检查喷嘴的方向是否正确。图15为LSTE，LPT机组正确的喷嘴孔口位置。图16为AT机组正确的EvapJet喷嘴孔口位置。对于EvapJet喷嘴，需确保喷嘴上的益美高标签的顶部应与水分配管道平行。

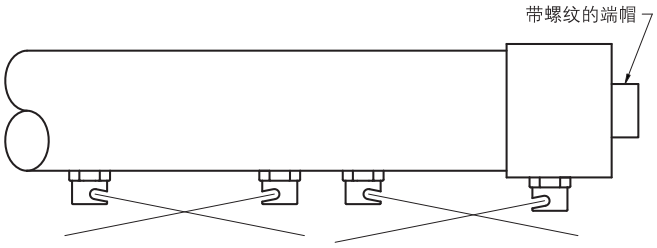


图15－LSTE/LPT正确的喷嘴孔口方向

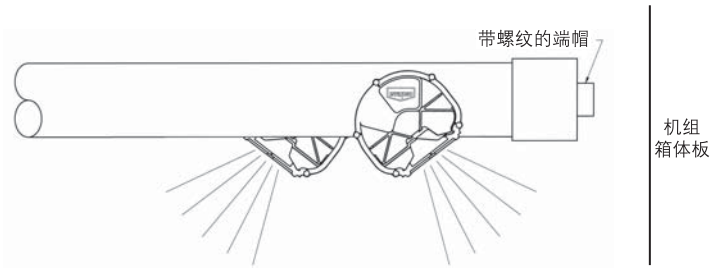


图16－AT正确的喷嘴孔口方向

重力供液的水分配系统

所有引风横流式机组（AXS）采用靠重力将水分散通过喷淋孔的水分配系统。热水盘盖上装有提手，可以将盖子打开以便接触水分配系统，如图17所示。

如果水喷淋不正常，这是水盘中的滤网工作不正常，有异物或污垢在热水盘中积聚的信号。可用一小型尖头探针插入喷淋孔口来回捅动来清理喷嘴，或拆下喷嘴并用软管去冲洗它。

喷嘴清理完毕后，还应检查水盘中的滤网，确保其处于良好状态，并放置正确，以免产生气穴或裹进空气。

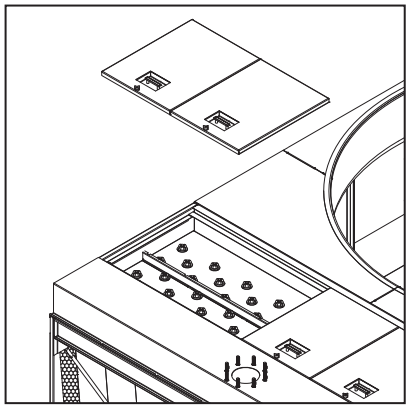


图17－热水盘

排污阀

无论是工厂安装还是现场安装，排污阀必须每周检查，以确保其工作正常且设置合适。需保持排污阀大开，除非确定部分开启不会导致水盘中的水质浓缩或腐蚀。

水处理和水质

适当的水处理是蒸发式冷却设备维护的重要组成部分。一个计划周全且持续贯彻的水处理程序有助于系统更为有效的运行，并可将设备的服务寿命最大限度地延长。推荐由有资质的水处理公司根据设备（包括冷却系统采用的金属材质）、安装地点、补充水水质和使用状况来制定水处理方案。

排水或排污

蒸发式冷却设备通过蒸发一部分循环喷淋水来实现冷却，饱和的热湿空气排入大气中。随着这部分纯水的蒸发，含在水中的矿物质、杂质以及空气带入的污染物残遗留下来。这些杂质和污染物会持续在系统中循环，必须加以控制，以避免由于过度浓缩而导致的结垢、腐蚀或生物污染。

蒸发式冷却设备应在循环水泵的排水侧安装排水管或排污管，以将系统中的浓缩（循环）水排出。益美高推荐使用自动传导率控制器来最有效地利用系统中的水。根据水处理公司的建议，传导率控制器应通过一个电动球阀或者电磁阀来启闭以控制循环水的传导率。如果用手控阀来控制排水量，应设定在尖峰负荷时段循环水的传导率维持在水处理公司推荐的最大值上。

镀锌钢—钝化

在新镀锌钢机组启动阶段，如果不恰当地进行水处理控制，就会产生“白锈”。白锈会过早破坏热浸镀锌钢或者轧钢表面的保护性锌层。设备试运行和钝化阶段是对镀锌钢机组使用寿命产生极大影响的重要时段。益美高建议在专门制定的水处理方案中包括设备运行的钝化程序，详述设备运行的水质、需要的化学药品，并在运行的头6至12周进行检查。钝化时，循环水的pH值应一直维持在7.0至8.0之间。由于温度升高会对钝化过程产生不利影响，因此在对新设备进行钝化的整个过程中应一直保持设备无热负荷运转。

下面是促使“白锈”产生的水质条件，**应该在钝化阶段避免**：

1. 循环水的pH值大于8.3。
2. 循环水的钙（CaCO3）硬度低于50ppm。
3. 循环水的硫酸盐、氯化物的阴离子含量高于250ppm。
4. 无论pH值为多少，循环水的碱度均高于300ppm(CaCO3)。

当镀锌钢表面呈现一种无光泽的灰色时，表示钝化过程完成，之后可考虑改变化学水处理程序。任何程序改变都应当是缓慢的、逐步地，以确保不会对钝化后的锌表面产生影响。

- 镀锌钢蒸发式冷却设备一直在水的pH值低于6.0的条件下运行，会导致保护性锌层被反应掉。
- 镀锌钢蒸发式冷却设备一直在水的pH值高于9.0的条件下运行，会腐蚀钝化表面并产生白锈。
- 在设备的使用寿命内，如果使用状况不佳，钝化的锌层被破坏，有可能需要重新钝化。

关于钝化和白锈的更多信息，请从益美高网站www.evapco.com下载参考文件：“白锈”。

水质参数

用于机组的任何水处理系统必须适合设备上的各种材料。为了控制腐蚀和结垢，循环水的水质参数必须在特定范围内，如**表3**所示。在采用不同金属材质的系统中，应专门制定水处理程序，确保冷却水回路中所有的部件都得到了保护。

参数	G-235 镀锌钢	304号 不锈钢	316号 不锈钢
pH	7.0 – 8.8	6.0 – 9.5	6.0 – 9.5
钝化时的pH	7.0 – 8.0	–	–
总悬浮固体（ppm）*	< 25	< 25	< 25
传导率(Micro-mhos/cm)**	< 2,400	< 4,000	< 5,000
碱度CaCO3（ppm）	75 - 400	< 600	< 600
硬度CaCO3（ppm）	50 - 500	< 600	< 600
氯离子含量（ppm）***	< 300	< 500	< 2,000
硅含量（ppm）	< 150	< 150	< 150
细菌数(cfu/ml)	< 10,000	< 10,000	< 10,000

* 基于标准EVAPAK®填料
** 基于清洁的金属表面。积聚的污垢、沉积物或淤泥会加大腐蚀的可能性。
*** 基于最高盘管流体温度不超过120˚F (49˚C)。

表3 – 推荐水质要求

如果采用化学方法水处理，化学药剂必须适合机组的结构材料以及系统中使用的其他材料，化学药剂必须精确计量并准确控制浓度，化学药剂通过位于系统中某一点的自动加料器进入系统，在到达蒸发式冷却设备前进行充分混合。不能直接在蒸发式冷却设备水盘内批量加入化学药剂。

益美高不推荐在日常维护中使用酸，因为加量不当的话会产生破坏性的结果。如果专门制定的水处理程序需要用到酸，在添加至冷却水前应先将酸稀释，并通过自动装置加入系统的某个部分，进行充分混合。pH探头和加酸管应与自动反馈控制联接在一起，以保证整个冷却系统的pH值维持在平稳正确的水平。该自动系统应能储存和记录包括pH读数和化学加料泵工作状态在内的运行数据。自动pH控制系统需要经常校准，确保其运行正常，降低机组被腐蚀的可能性。

应避免酸洗。如果要采用酸洗，必须额外加以警示，针对机组的结构材质只推荐含缓蚀剂的酸。所有的清洗方案，包括酸的使用，均应被涵盖在书面的清洗操作程序中，以备清洗完成后对蒸发式冷却系统进行中和及冲洗。

生物污染控制

建筑用水系统从公共或私人实体接收饮用水或非饮用水，以满足自身供水需求。这样的水中可能会含有各种水源传染病原体，包括军团菌。如果吸入这些病原体可能会导致各种疾病。由于蒸发式冷却设备使用的是相同的建筑用水，因此这些病原体，包括军团菌，可能会在蒸发式冷却设备中传播。因此，蒸发式冷却设备的摆放位置应使冷却塔的排气和相关飘逸被吸入建筑物新风吸入口或风险人员经常出入的区域的可能性降至最低。买方应在具有资质的专业工程师或注册建筑师的帮助下，证明其蒸发式冷却设备的摆放位置符合适用的建筑、消防和清洁空气规范。（更多信息见益美高《设备布置说明书》）

另外，建议建筑物采用现场特定的水处理计划，将建筑物水系统相关的军团菌病风险降至最低。（更多信息见ANSI/ASHRAE标准188-2018）。有效的水处理计划也有助于提高机组换热效率和防腐蚀能力。各种水处理专业人员均可提供此类协助。

运行期间，应定期对蒸发式冷却设备进行停机检测以确保良好的微生物控制，包括利用培养技术对微生物群体进行监测，以及对生物污染的迹象进行目测。此外，脱水器（挡水板）应保持良好的工作状态。在对蒸发冷却设备进行清洁或任何其他维护工作时，维修人员必须穿戴适当的防护设备（包括经批准的呼吸防护设备）。此类保护设备的要求包括但不限于29 CFR 1910.132等中规定的OSHA标准。

灰水和再生水

从其他来源引入的再生水只要各项参数符合**表3**的要求，可以考虑将其作为蒸发式冷却设备的补充水。应当注意，使用外来的再生水可能会使增加腐蚀、生物污染或结垢。应避免使用灰水和再生水，除非所有危害已被了解，且被写入专门制定的水处理程序文件。

空气污染

蒸发式冷却设备运行时吸入空气，排气时会将空气中的微粒滞留在机组内部。勿将机组安装在烟囱、排风管、通气孔、废气排气口等附近，以免机组吸入烟气导致腐蚀。此外，机组要远离建筑物的新风吸入口，防止任何飘逸、生物活动或机组排气进入建筑物的空调系统。

不锈钢

不锈钢是延长蒸发式冷却设备寿命的最有效的材料。

益美高公司使用的不锈钢板材料是2B未抛光型304号和316号不锈钢。304号不锈钢是一种基本的镍–铬奥氏体不锈钢，适用范围广泛。它很容易在世界各地购得并且在加工过程中易于成型。316号不锈钢还含有钼和更高含量的镍，这些元素提供了对氯化物的蚀损斑和裂缝腐蚀的抵抗，因此316号不锈钢比304号不锈钢有更好的耐蚀性。结论是：316号不锈钢非常适合在重工业和海洋环境中使用，以及由于补充水的水质问题而要求必须使用不锈钢的场合。

不锈钢在制造过程中通过产生表面氧化铬薄膜来提供超强的耐腐蚀能力。为了取得最大的耐腐蚀保护，必须保持不锈钢洁净，以及保证有足够的氧来结合不锈钢内的铬，这样就会形成一种“铬氧化物”层来保护不锈钢。铬氧保护层是在不锈钢平日暴露于大气中的氧的过程中逐渐形成的。这个过程在铣削加工时发生，也在不锈钢成型并加工至最终使用形态的过程中持续发生。

不锈钢表面的维护

一直以来认为不锈钢不生锈和防腐蚀，这是个根本错误的概念。如同镀锌轧钢板一样，保持清洁的不锈钢的防腐防锈效果是最好的。当大气中有氯化盐，硫化物或其他有腐蚀性的金属化合物时，不锈钢会褪色，生锈或是腐蚀。

一旦设备投入使用，最有效的保护不锈钢的方法就是保持它的清洁！最起码，机组应每年清洗，减少不锈钢表面污物的沉积。此外，这样的清洗还有助于不锈钢摆脱大气中包括氯化物和硫化物在内的会损坏不锈钢的腐蚀性元素。

在机组安装过程中，尤其是在焊接附近的碳钢管道时应对不锈钢进行保护，如果不加以保护或清洁，焊渣或其他腐蚀性材料可能会对不锈钢造成污染。

不锈钢的清洗

1. **日常维护－温和地清洗**
   简单的压力清洗 （只对金属板），使用普通的清洗工具，每年一次用去垢剂或者氨水（更频繁的用在海洋和工业环境中），这些方法对保持不锈钢清洁和避免大气污染是很有帮助的。

2. **较少的表面污垢－温和地清洗**
   推荐用海绵或者鬃毛刷沾取不含研磨剂的清洁剂温和擦拭。清洁后，用压力水枪或者软管以温水冲洗。用干毛巾擦干并在清洁区域涂上高质量的蜡来增加保护。

3. **清洗－去除手印或油脂**
   重复步骤1到2，然后使用比如丙酮或者酒精之类的碳氢清洗剂。当使用任何碳氢清洗剂产品的时候，必须谨慎小心。在狭小空间或吸烟时禁止使用。不要让手和皮肤接触溶剂。也可使用家用玻璃清洁剂和圆盘型的钢丝清洁刷来进行清洁。清洗以后，用干毛巾擦干并在清洁区域涂上高质量的蜡来增加保护。

4. **去除污点或轻微的铁锈**
   如发现不锈钢表面有污点或者表面颜色不正常，立即用铬、黄铜或银清洁剂来清除锈和污点。也可使用温和的“膏洁亮”（non-scratching creams）和上光剂。当清洗步骤完成的时候，涂上高质量的蜡来增加保护。

5. **用酸去除严重的铁锈、铁污染、斑点、焊点变色和焊渣滴落**
   首先尝试步骤1到4。如果污点和铁锈没有被清除，接下去的步骤应该是最终手段。用热水冲洗表面。用软布将饱和的草酸溶液或者10-15%的磷酸溶液涂在铁锈处，停留一段时间－不要擦拭。这种酸将会腐蚀铁粒子。接下来用氨水冲洗，然后用热水对表面再次冲洗，涂一层高质量的蜡来增强保护。使用酸时要极其小心！必须使用合成橡胶手套，建议使用护目镜和围裙。

如果机组有镀锌钢成分请不要使用这种方法。

作为最低标准，在维护和清洁不锈钢机组的时候，应遵守以上指导方针。清洗不锈钢时，**不要**使用粗糙的磨砂纸或百洁丝；**不要**用矿物酸进行清洗；**不要**让不锈钢接触铁或者碳钢。

如需更多关于清洁不锈钢的信息，从益美高网站www.evapco.com下载参考文件“不锈钢的清洁与维护”。

如需更多关于选择不同等级不锈钢的信息，从益美高网站www.evapco.com下载参考文件“你的不锈钢里有什么？”。

冬季运行

益美高逆流式和横流式蒸发式冷却设备非常适合在冬季环境下运行。

当蒸发式冷却设备准备在冬季投入使用时，有些事项需要被考虑到。这些事项包括：机组布置；循环水；机组配管；机组附件和机组的容量控制。

机组布置

机组的进风口和排风口必须有足够畅通的气流。必须将机组回流产生的危害性降至最小。回流会导致机组的进风格栅、通风机和通风机网罩上产生凝结冰。这些区域结冰会对气流通过机组产生负面影响，更严重的情况是导致这些部件失效。主导风能够形成进风格栅和通风机网罩上结冰的环境条件，阻碍气流通过机组。

关于设备布置的其他信息，请从益美高网站www.evapcoasia.com下载《设备布置说明书》。

循环水的防冻保护

防止循环水结冰最有效、最简单的方式是采用远置贮水槽。采用远置贮水槽时，循环水泵安装在远处的贮水槽处，一旦水泵停机，所有的水都回流至贮水槽。请联系当地益美高代理以获得推荐的远置贮水槽尺寸。

如不能采用远置贮水槽，水泵停机时，可用水盘加热器来防止循环水结冰。电加热器、蒸汽盘管、热水盘管或蒸汽喷射器也可在机组停机时对水盘中的水加热。但是，水盘加热器无法对外部水管、水泵或者水泵接管进行防冻保护。补水管、溢流管、排水管都应用伴热带及保温材料包裹，以防损坏。其他任何位于或低于水位的接管和附件，比如电子水位控制器，也必须包裹伴热带和保温材料。

机组配管

所有没有排空的外部管道（补水管、平衡管、立管）都必须用伴热带包裹，保温防冻。所有管道都应安装排水阀以避免产生死角，“死角”可导致军团菌污染。系统管道附件（补水阀，控制阀和水位控制器）也必须用伴热带包裹以防冻。如果上述的任何一个部位没有包裹伴热带，没有做到保温防冻，由此而引起的结冰可能会导致部件失效并导致机组停机。

也可考虑使用“旁通”。一般来说，冬季负荷比尖峰的夏季负荷少。在这种情况下，冷却塔的旁通需要结合到系统设计里，系统设计应允许水旁通进入到冷却塔的水分配系统中，作为容量控制的一种方式。益美高推荐冷却塔的旁路安装在冷凝器侧的水管系统中。这种方式安装的旁通要求在冷凝器的进/回水管，也就是冷却塔的回/进水管之间加上一段管子。**不要在冬季运行中使用部分旁通（指只有部分水进入到冷却塔的水分配系统中）**。减少水流量会引起流过换热媒介（填料）的水流不均衡，从而导致结冰。

请注意：旁通管道须定期冲洗以避免水滞留在管道里，除非旁通管道直接和机组的冷水盘相连。

机组附件

在寒冷气候运行期间选用合适的附件来防止或减少结冰现象是相对简单和便宜的方法。这些附件包括冷水盘加热器，采用远置贮水槽、电子水位控制器和振动切断开关。每一项都确保了冷却塔在低温环境下能够正常运行。

水盘加热器

可选的水盘加热器可以安装在冷却塔上以防止低温环境下水盘内的水结冰。水盘加热器设计为在环境温度为-18˚C/0˚F（或-28˚C/-20˚F及-40˚C/-40˚F）时，它可保持水盘中的水温为4.4˚C (40˚F)。这些加热器只在水泵关闭或者没有水流经机组时开启。只要有热负荷存在并且有水流出冷却塔，加热器就不需要工作。其他类型可以选用的水盘加热器包括：热水盘管、蒸汽盘管和蒸汽喷射器。

远置贮水槽

在室内温暖的地方安装远置贮水槽是设备闲置或者零负荷时防止水盘结冰的好办法。当循环水泵关闭时，水盘和相关管路里的水就会依靠重力被排空。益美高可以提供用于安装远置贮水槽的水盘接口。

电子水位控制器

可以提供电子水位控制器来代替标准的机械式浮球阀补水装置。电子水位控制器的补水压力控制在35kPa~860kPa (5~125psi)之间。电子水位控制器可以比机械式浮球装置更好地消除冰冻问题。另外，这种控制器在运行工况变化时可得到更精确的水位控制而无需现场调节。需要注意的是：立管组件、补水管和电磁阀都必须包裹伴热带以保温防冻。

振动切断开关

在极其寒冷的环境里，冷却塔的通风机叶片上会结冰并导致过大的振动。可选件振动开关可以关闭通风机以避免驱动系统潜在的故障和损坏。

寒冷气候运行的容量控制方法

在寒冷气候下运行时，引风式和强风式冷却塔分别有各自的容量控制指南。

如果环境温度高于结冰温度时，冷却塔在低温环境下运行的控制顺序与其在夏天运行的控制顺序一致。当环境温度低于结冰温度时，必须采取额外的预防措施以避免潜在的结冰带来的危害。

在冬季运行期间，对冷却塔进行严密监控是十分重要的。益美高推荐的绝对最低回水温度5.56˚C (42˚F)必须得到保证。显然，在冷却塔的水流保持正常的前提下，设备的回水温度越高，结冰的潜在可能性就越小。

引风式机组的容量控制

控制容量的最简单的方法是周期性地启停通风机电动机来获得所需的冷却塔的出水温度。但是这种控制方法会导致较大温度差异和较长的停机时间。在极低的环境温度下，潮湿的空气可能在通风机驱动系统上冷凝和冻结。**因此，当有水流经填料或者旁通时，通风机必须在极低的环境温度下循环启停来避免长时间的停机。通风机启停的次数应限制在每小时不超过6次。**

一个更好的容量控制方法是采用双速通风机电动机，它相应地增加了一级控制挡。这个额外增加的一挡可以减少水温差异，因此，通风机停机次数减少。另外，鉴于冷却塔在负荷减少时可以低速运行，因此双速电动机可以降低运行成本。

寒冷气候运行的最好的控制容量的方法是采用变频驱动（VFD）。通风机以适当的转速运行来匹配建筑负荷，从而最精确地控制回水温度。随着建筑负荷减少，变频控制系统可以使通风机长时间以低于50%的转速运行。运行时过低的回水温度和过慢的气流速度会导致机组结冰，推荐的最小变频驱动速度应设定在全速运行速度的50%以减小机组结冰的可能性。建议使用电动机空间加热器，以避免电动机在闲置期间内部过潮。

强风式机组的容量控制

最普遍的容量控制方法是启停单速通风机电动机、采用双速电动机或者辅助电动机，或利用变频驱动来控制冷却塔的通风机。虽然强风式机组的容量控制方法和引风式机组基本相似，但仍有稍许不同。

最简单的强风式机组容量控制方法是启停通风机。但是这种控制方法会导致较大温度差异以及部分时段通风机停机。当通风机关闭时，机组内下落水滴会把气流带入通风机段。在极低的环境温度下，潮湿的空气可能会在驱动系统的寒冷部件上冷凝冻结。当环境改变需要冷却的时候，驱动系统上形成的任何数量的冰都会严重破坏通风机和通风机轴。**因此，在低温环境运行时，通风机必须循环启停以避免长时间通风机停机。过多的启停会破坏通风机电动机；应将循环启停的次数限制在每小时不超过6次。**

双速电动机或者辅助电动机提供了更好的容量控制方法。这些额外的容量控制等级将减少水温差异和通风机停机次数。这种容量控制方法在负荷变化过多和中等寒冷气候环境下的应用已被证实有效。

强风式机组容量控制的最灵活的方法是采用变频驱动器。变频控制系统允许通风机以几乎没有转速限制地运转来使机组能力和系统负荷相匹配。在负荷减少和低温环境运行期间，通风机应维持一个最小转速以使空气通过机组。这股气流将阻止潮湿的空气向冷的通风机驱动部分流动，从而降低驱动系统上凝结成冰的可能性。变频控制系统适合用在负荷波动和非常寒冷的环境下。

冰的控制

当蒸发式冷却设备在极端苛刻的条件下运行的时候，结冰是不可避免的。成功运行的关键是控制机组上结冰的量。如果冰冻极为严重，会导致设备运行极其困难以及潜在的机组损坏。遵循以下指导方针，可以把机组结冰量减至最小，使设备在寒冷季节中有一个良好的运行环境。

引风式机组

在寒冷季节运行引风式机组的时候，必须对机组结冰进行控制。最简单的控制结冰的方法是间歇关闭通风机电动机。在通风机停机的这段时间，吸收了建筑物负荷的热水流进机组，可帮助融化掉凝结在机组填料、水盘或格栅区域的冰。**警告：在大风天气采用这种方法会使风横穿过机组，将落水带出机组，导致结冰。为了避免风横穿机组和溅水，应使通风机最小保持50%的转速运转。**

在更加恶劣的气候下，可以用解冻循环来减轻和/或消除结冰对机组的有害影响。在解冻循环期间，通风机将以**半速**反转，同时循环泵将水传送到机组水分配系统。通风机反转可以融化机组或进风格栅上形成的任何冰冻。**请注意：在解决冻循环前，可能需要关闭通风机，使水温升高。解冻循环要求使用带反转起动器的双速电动机或可逆的变频驱动器。**所有益美高提供的电动机都有反转功能。

解冻循环应和冷却塔的正常控制合为一体。控制系统应允许以手动或自动的方式来控制完全去除机组上的冰所必需的频率和时间长度。解冻循环的频率和时间长短取决于控制的方式以及周围环境温度情况。有些应用会使结冰加剧，因此要求解冻时间更长，解冻更加频繁。**经常检查机组有助于准确地调整解冻循环的时间长度和频率。**

强风式机组

对于强风式机组**不推荐**解冻循环，为使回水温度提高，需要通风机长时间停机，这会增加通风机驱动部分结冰的可能性。因此，解冻循环不适用于强风式机组。无论如何，通风机低速运转或者变频驱动可使机组维持正压，有助于防止通风机驱动部分结冰。

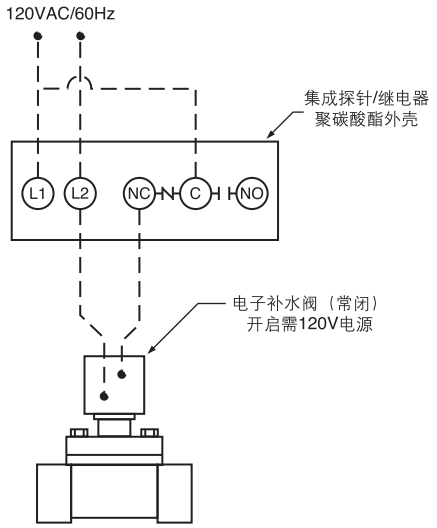
关于寒冷气候运行的更多信息，请从益美高网站www.evapco.com下载参考文件“冷却塔－冬季运行（自由冷却）”。

故障处理

问题	可能的原因	解决
通风机电动机电流过载	空气静压减小	1. 对于强风式机组，检查并确认系统泵处于开启状态并且有水流过填料。如果系统泵关闭，且机组尺寸不适合干运行，就可能会导致电流过载。 2. 如果强风式机组接了风道，检查并确认设计机外余压与实际的机外余压相吻合。 3. 检查水盘中的水位满足推荐水位要求。 **注意：空气密度直接影响安培表的读数。空气密度低会导致通风机转动加快，从而电流值变大。**
	电气问题	1. 检查通过电动机三个接线柱的电压和电流。 2. 检查并确认电动机按照接线图正确接线，并且接线柱接头被拧紧。
	通风机转向	检查并确认通风机转向正确。如果反转，电动机电源线的三个接头任意调换一对，使之转向正确。
	机械故障	用手转动电动机和通风机，应可自由灵活转动。如转动不畅，内部电动机部件或轴承可能有损伤。
	皮带松紧	检查皮带的松紧是否合适。皮带过紧会导致电动机电流过载。
电动机噪声不正常	电动机在单相电下运行	关闭电动机并尝试重新启动。如无法再次启动，可能是由于单相供电。请检查接线、控制器和电动机。
	电动机接线错误	检查并确认电动机是按照电动机上的接线图来接线的。
	轴承损坏	检查润滑脂，更换损坏的轴承。
	三相不平衡	检查三相的电压和电流。如有需要进行更正。
	转子不平衡	调整平衡。
	冷却风扇碰到端部	重新安装或者更换风扇。
非完全喷淋模式	喷嘴堵塞	拆下喷嘴清洗。冲洗水分配系统。
	滤网堵塞	拆下并清洗滤网。
通风机噪声	通风机叶片刮擦到排风筒内壁（引风式机组）	调整排风筒，使叶片尖端和筒壁有一定间隙。
进风格栅结垢	不恰当的水处理、排污量不足、通风机电动机启停过于频繁、水中固体浓度过高	不应用高压清洗机或者钢丝刷来除去格栅上的水垢，因为会损坏格栅。将格栅拆下，浸在机组水盘中，机组水处理使用的化学药剂将抑制并溶解已经生成的水垢。请注意格栅浸在水中的时间取决于结垢的严重程度。 **注：假设使用化学药剂。**

问题	可能的原因	解决
补水阀无法关闭	补水压力过高	机械补水阀的压力应控制在140kPa~340kPa (20~50psi)。如果压力过高，阀门将无法关闭。可用减压阀来降低压力。对于3针和5针电子水位控制器组件，电动装置需要35kPa~860kPa (5~125psi)的水压。
	螺纹杆上有脏物	清洁螺纹杆。
	浮球冻结	检查。如果冻结，浮球或者浮球阀可能需要更换。
	浮球内充水	检查球体是否泄漏，如有需要则更换。
水不断地从溢流口喷出	强风式机组可能会发生这种现象，因为箱体内处于正压。溢流口根本没有接管或者接管不当。	接带有P型存液湾的溢流管，通向排水沟。
	不正确的水位	检查实际运行水位是否符合《运行维护手册》的推荐水位。
水间歇地从溢流口喷出	属正常现象	此为正常现象。
水盘溢流	问题在于补水管路	见补水阀或电子水位控制部分。
	如果为多模块机组，可能是水位平衡问题	确定多模块的机组的每个模块都安装在同一水平面上。如果不在同一水平面，会导致一个单元塔溢流。
水盘水位过低	电子水位控制	见电子水位控制器部分。
	浮球设置不当	向上或向下调整浮球使之达到正确的水位。注意：浮球在工厂已被设置到运行水位。
不锈钢生锈	其他物质落在不锈钢表面	机组表面呈现锈蚀痕迹并不表示基层不锈钢受到腐蚀。通常，这些痕迹是其他物质，比如落在机组表面的焊渣。锈点应位于焊接部位周围，包括接头、冷水盘靠近立柱的地方，以及现场安装的平台或通道。锈点可以被清除。益美高推荐使用Naval Jelly除锈剂或者优质的不锈钢清洁剂，配合思高百洁布使用。应定期维护机组表面。

问题	可能的原因	解决
电子水位控制器不工作	阀没有开启或关闭	1. 检查并确认水压在35kPa~860kPa (5~125psi)之间。 2. 检查并确认按照接线图接线。检查电压。 3. 检查并确认Y型过滤器没有堵死。 4. 确定探针不脏。 5. 检查电路板上的红色指示灯。如果灯亮了，则阀门应该关闭。

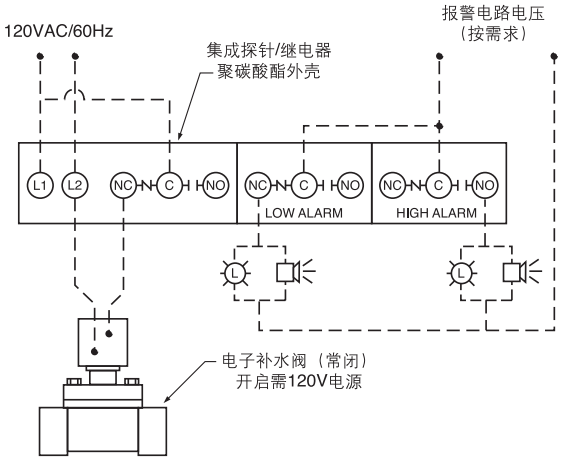


三针液位控制器：

模拟“低水位状况”－指示灯关
清洗探针之后，将探针组件从立管中提出，此时模拟“低水位状况”。检查触点在合适的位置。
- 位于“C”和“NC”之间的触点现在应该闭合，补水阀应该通电（阀门开启）。

模拟“高水位状况”－指示灯亮
- 在最长的探针和最短的探针之间连接一条跳线。位于“C”和“NC”之间的触点现在应该打开，补水阀应该断电（阀门关闭）。

电子水位控制器不工作



五针液位控制器：

模拟“低水位状况”
清洗探针之后，将探针组件从立管中提出，此时模拟“低水位状况”。检查触点在合适的位置。
- 压差触点：“C”至“NC”－闭合－补水阀通电－**指示灯＝关**
- 高位报警触点：“C”至“NO”－开－高位报警电路断电－**指示灯＝关**
- 低位报警触点：“C”至“NC”－闭合－低位报警电路通电－**指示灯＝关**

模拟“高水位状况”
在最长的探针（接地）和所有其他探针（上限、高位报警、低位报警）之间连接一条跳线。检查触点在合适的位置。
- 压差触点：“C”至“NC”－开－补水阀断电－**指示灯＝亮**
- 高位报警触点：“C”至“NO”－闭合－高位报警电路通电－**指示灯＝亮**
- 低位报警触点：“C”至“NC”－开－低位报警电路断电－**指示灯＝亮**

替换部件

益美高提供可以立即发货的替换部件。大多数订单的发货时间是从接到订单起24小时内！

接下来的几页是目前所有按产品线和尺寸罗列的益美高冷却塔的分解图。请对照图纸来识别您机组的主要部件。如您无法使用这些图纸来确定所需的部件，请访问www.evapcoasia.com来获得更多资源或联系您当地的益美高销售代理商。

无论您的设备是由哪家制造商生产的，当地益美高代理或者Mr.GoodTower®顶好先生服务中心均可提供“机组体检”来确保您拥有让设备在最佳状况下运行所需的部件！

请联系您当地的益美高代理商或Mr.GoodTower®顶好先生服务中心订购替换部件。当地的益美高代理商的联系方式可从机组铭牌或访问www.evapcoasia.com获取。

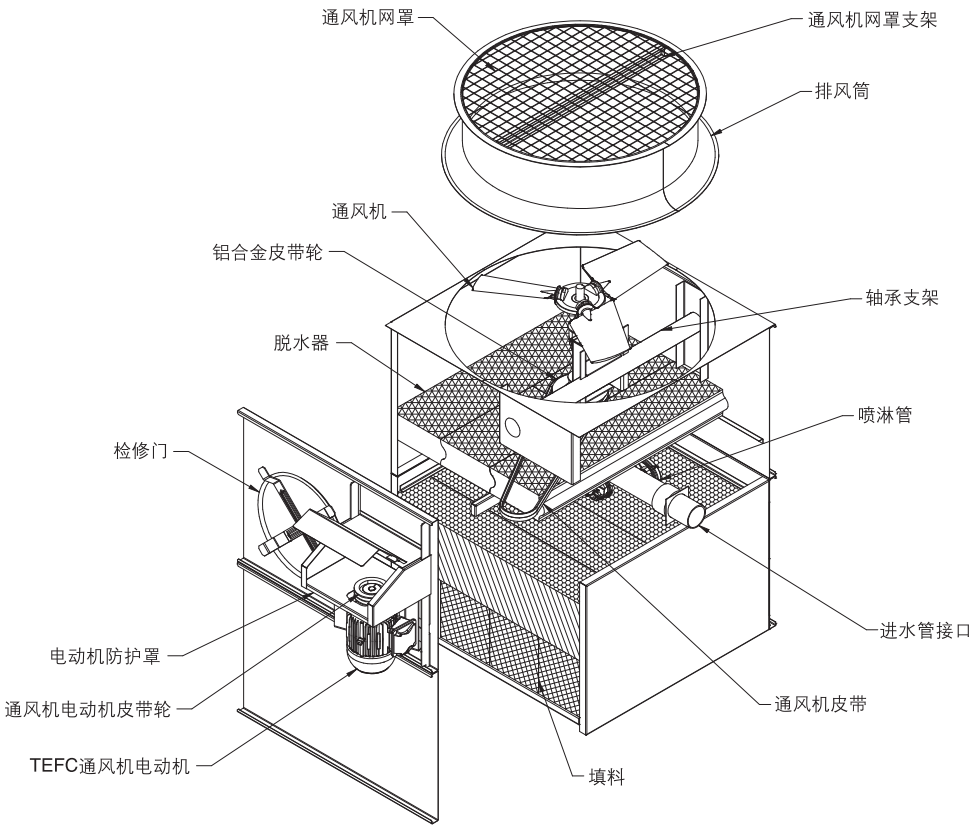
部件识别图

为正确使用以下图纸，请参考各有利位置和相关标记（如电动机侧、水盘和横梁段等）来帮助您识别您冷却塔的主要部件。请务必参考与您特定机组和尺寸相匹配的选项，因为配置可能会根据这些详细信息进行更改。

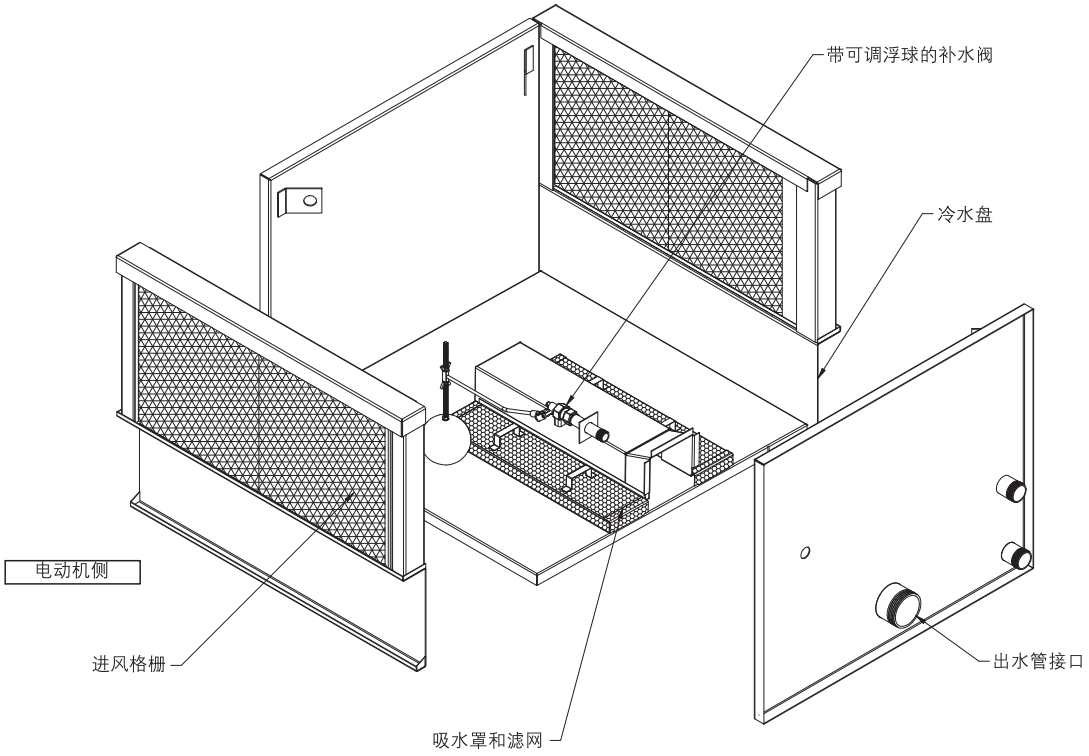
这些图纸并非表示了机组内的所有部件，而是提供了一个概览，使您能够识别较大的部件。如需更多关于部件的协助，请联系您当地的益美高代理商。

AT 1.2m (4')宽机组

通风机/填料箱体部分

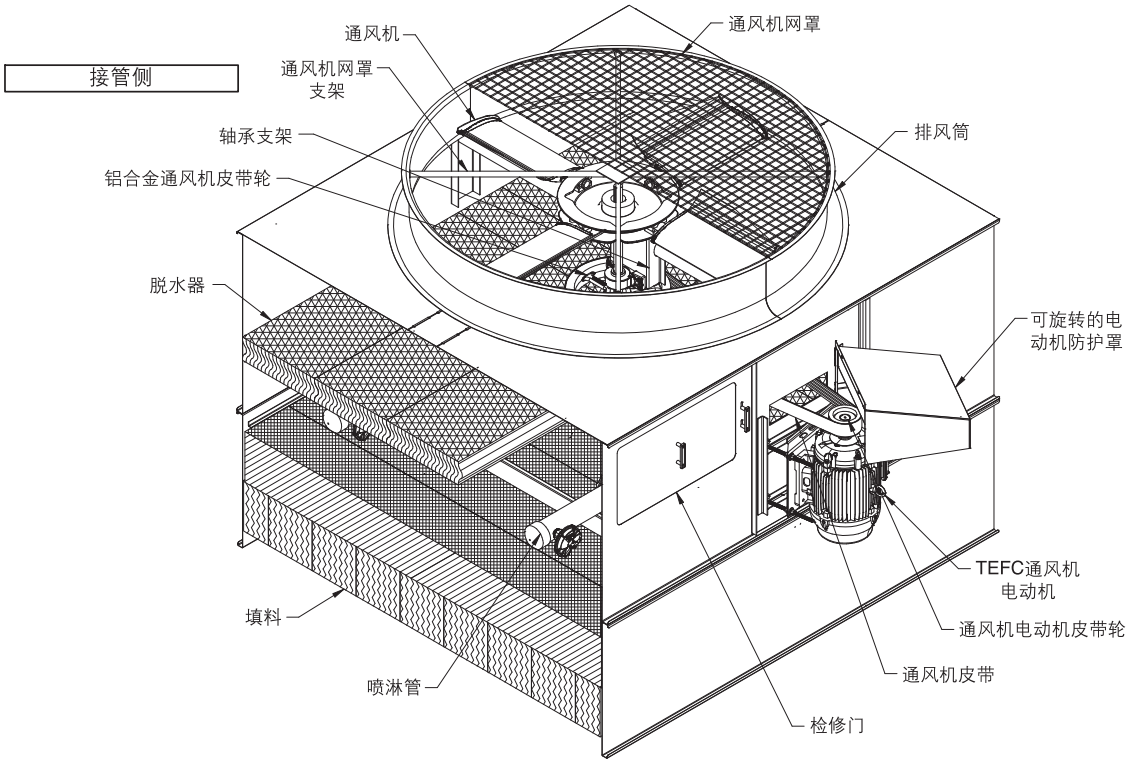


水盘部分

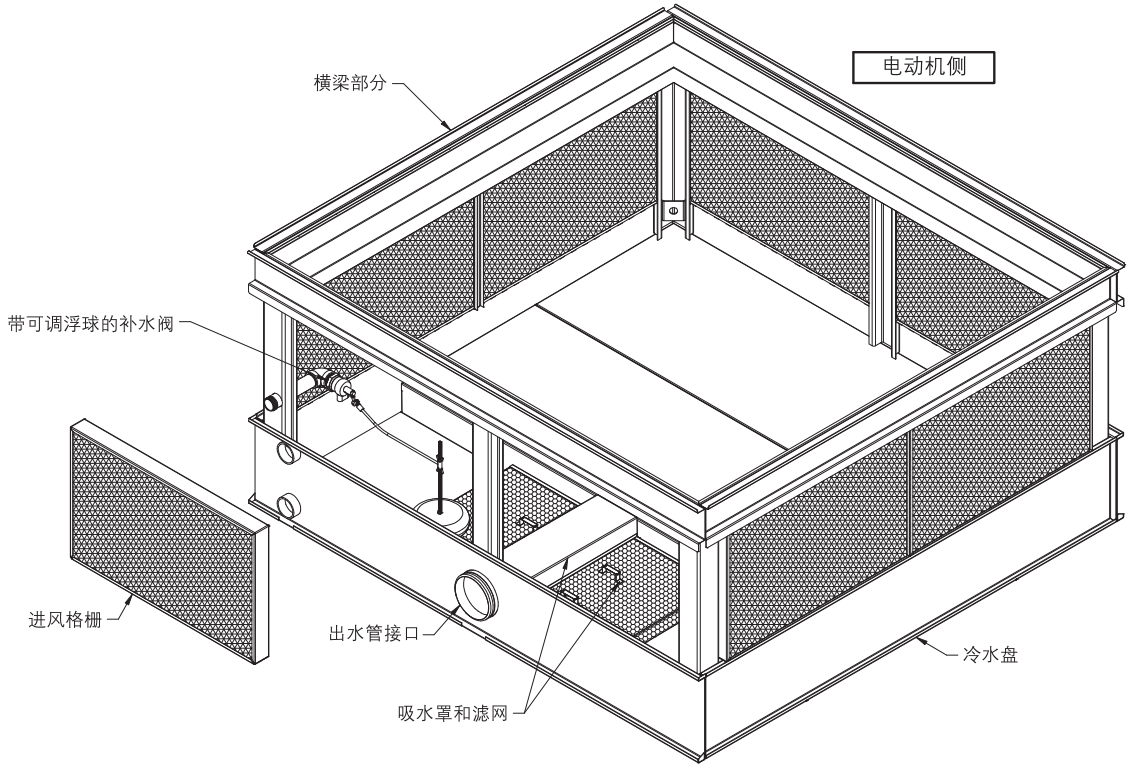


AT 1.8m, 2.3m, 2.4m, 2.5m (6’, 7.5’, 8’ & 8.5’)宽单元塔－侧面接管

通风机/填料箱体部分

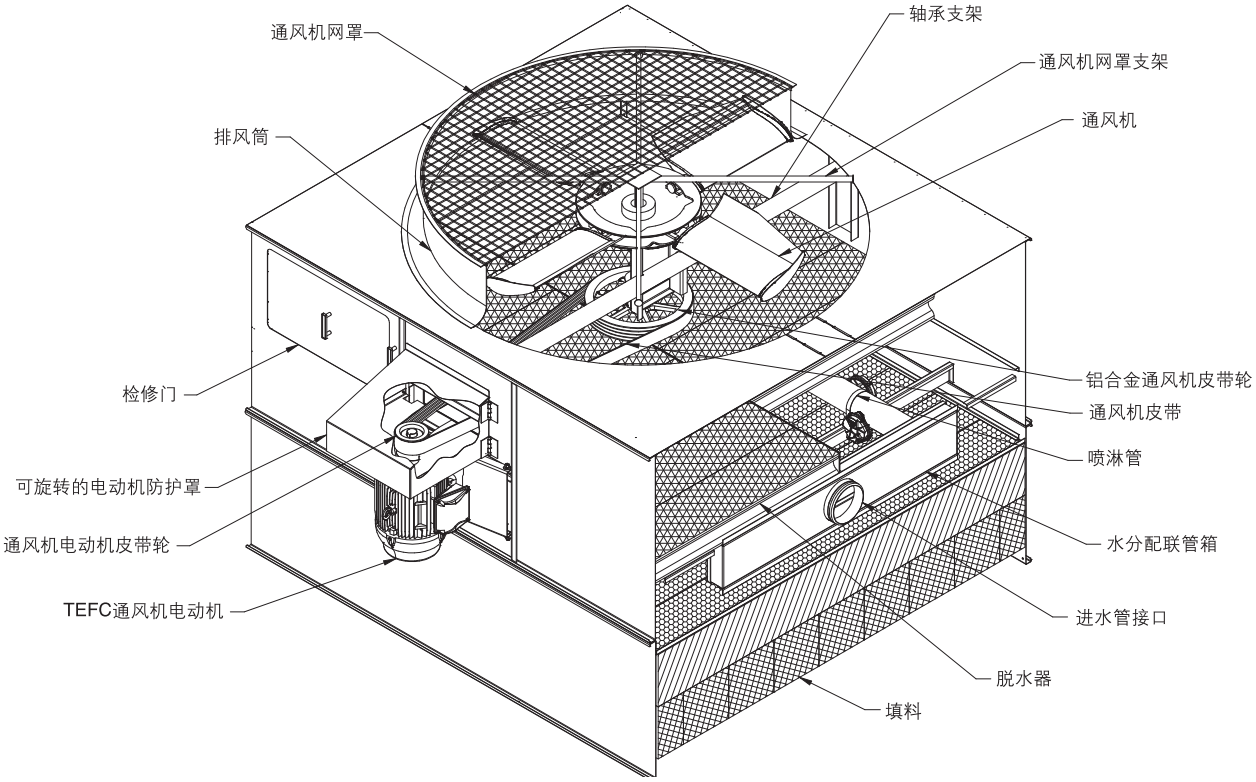


水盘和横梁部分

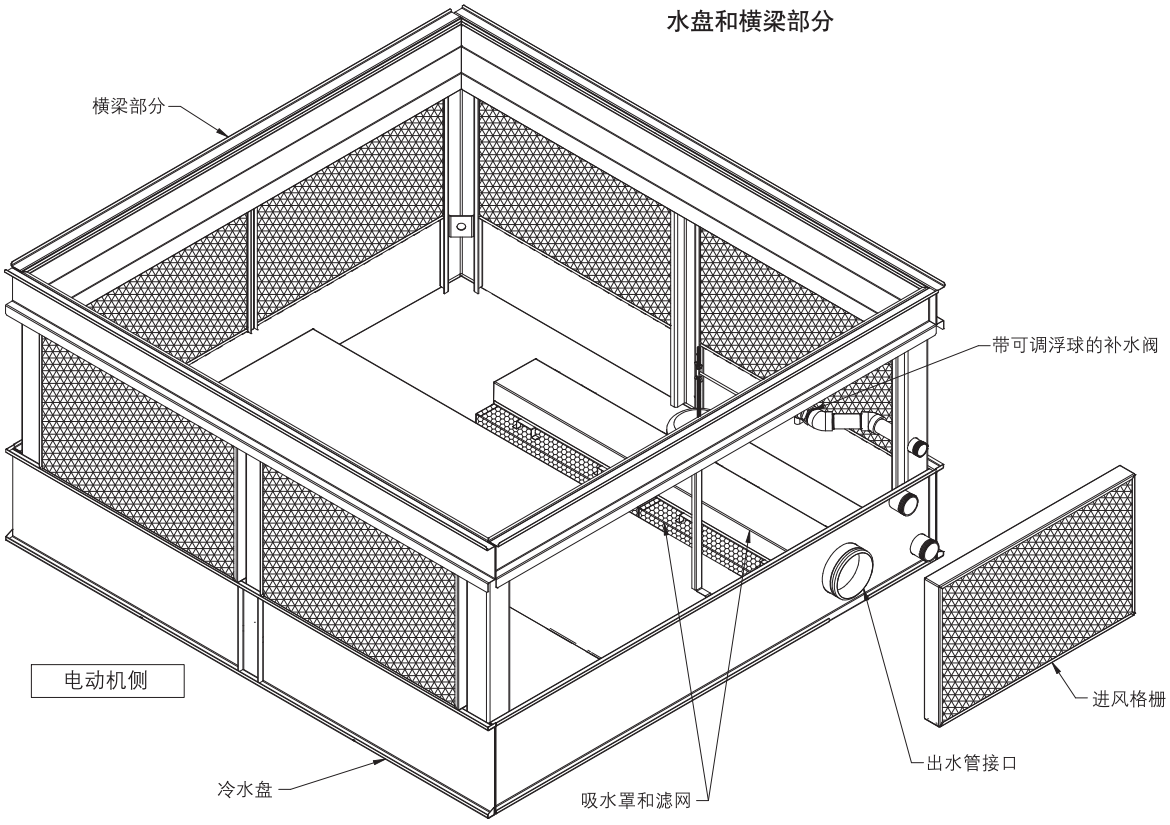


AT 1.8m, 2.3m, 2.4m, 2.5m (6’, 7.5’, 8’ & 8.5’)宽单元塔－端面接管

通风机/填料箱体部分

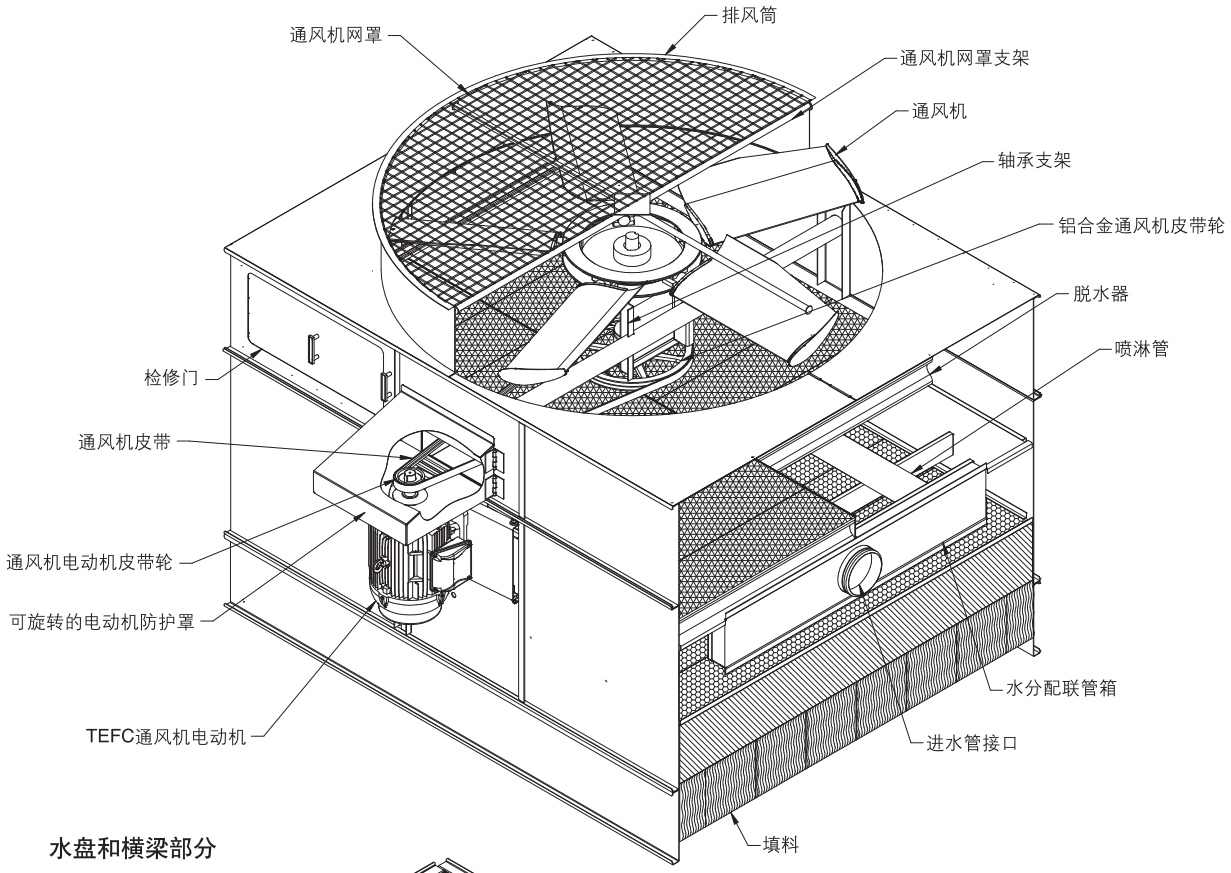


水盘和横梁部分

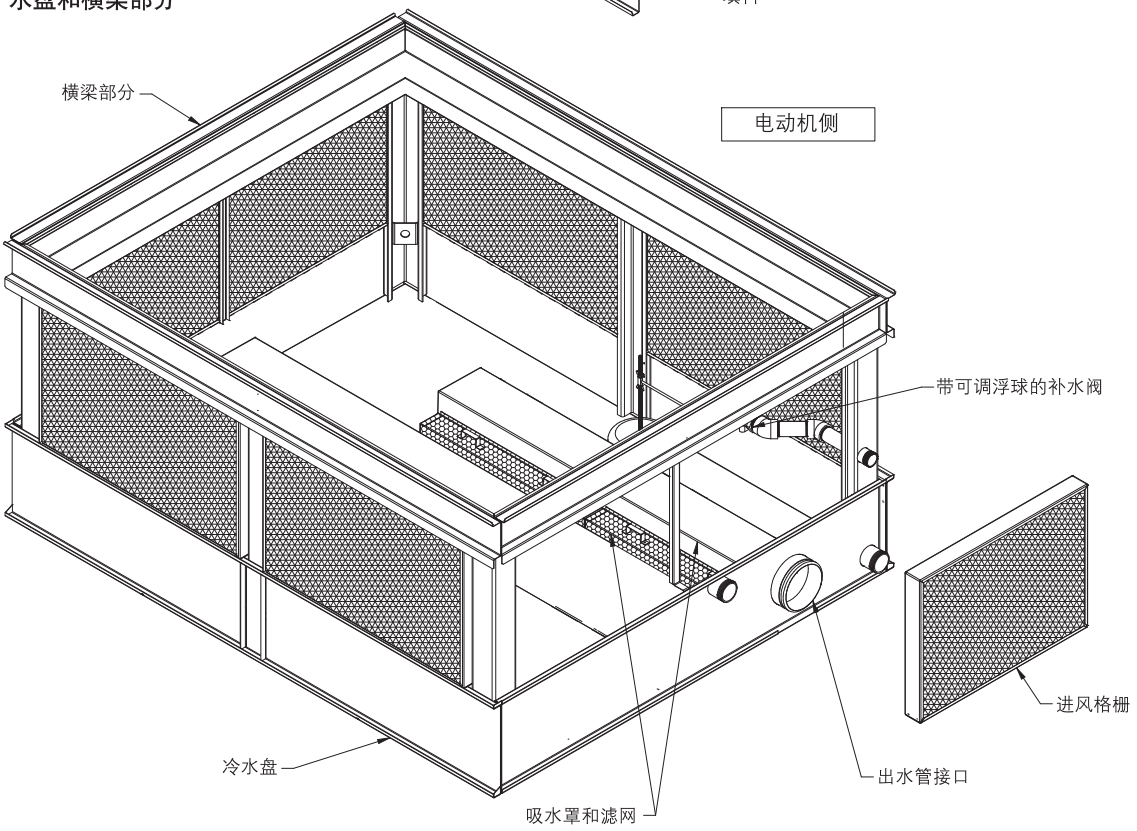


AT 2.1m (7')宽单元塔－端面接管

通风机/填料箱体部分

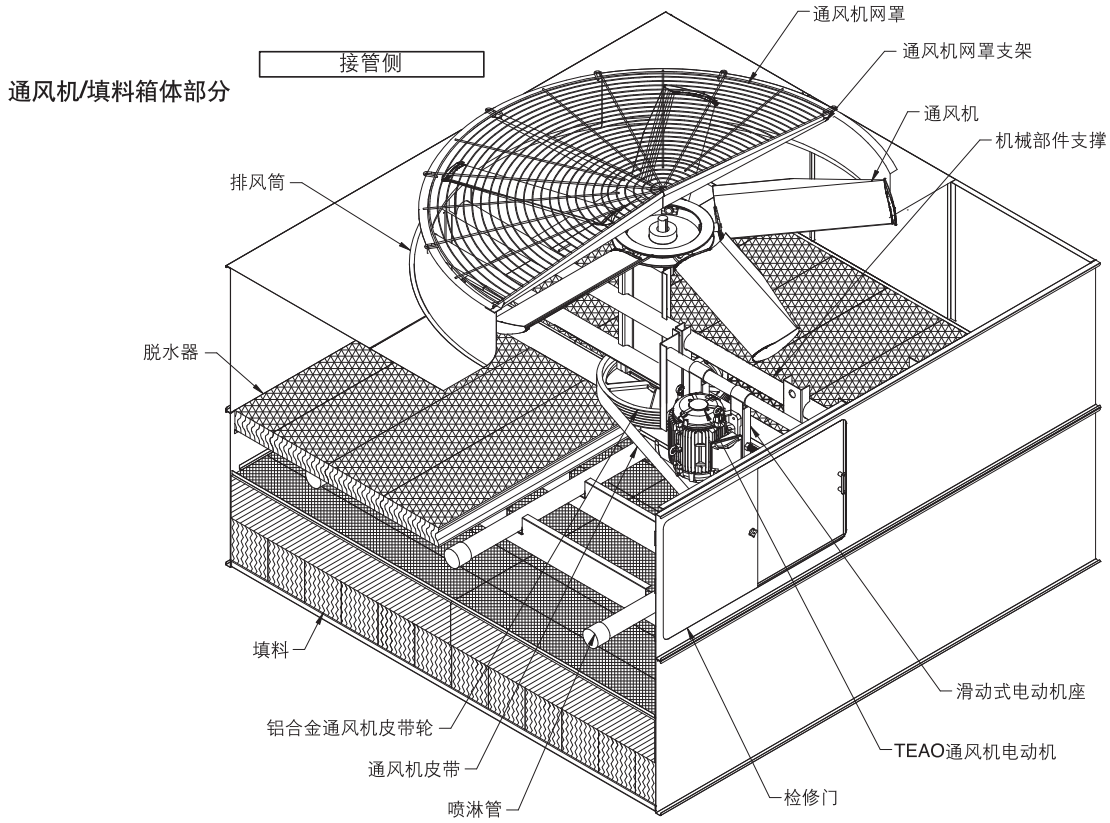


水盘和横梁部分

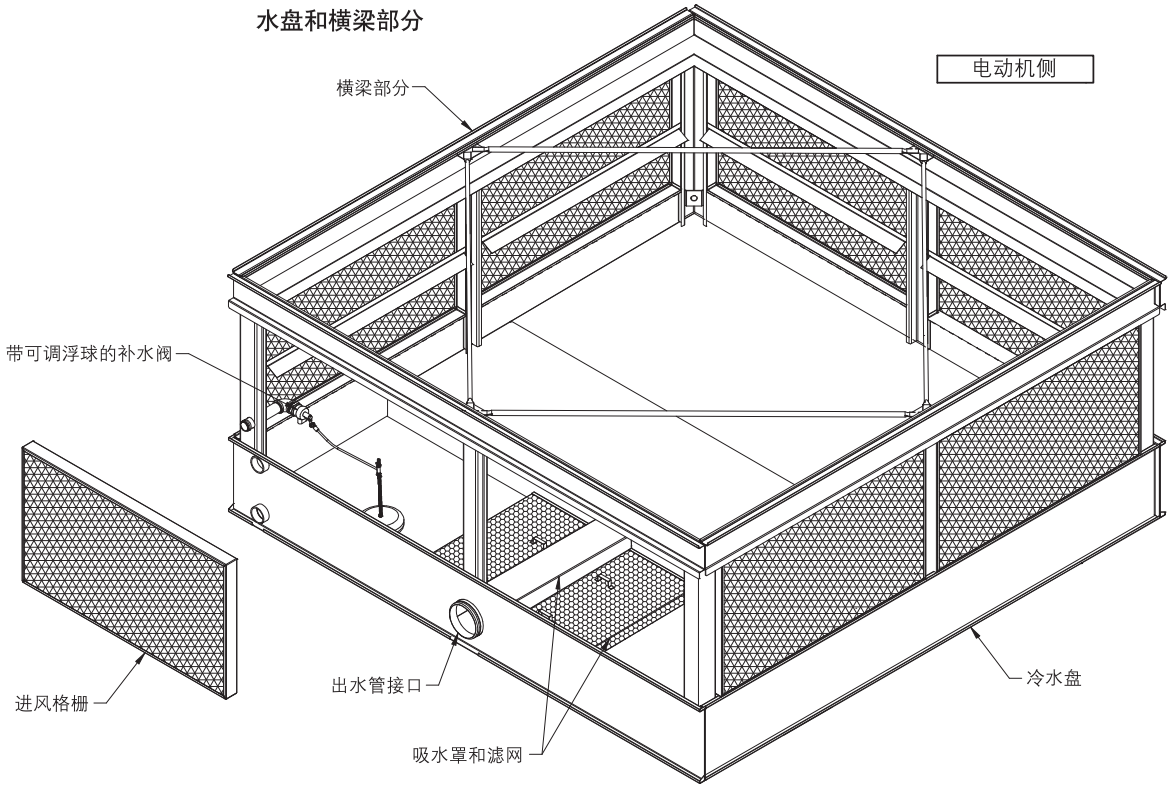


AT 3m, 3.6m (10’ & 12’)宽单元塔－侧面接管

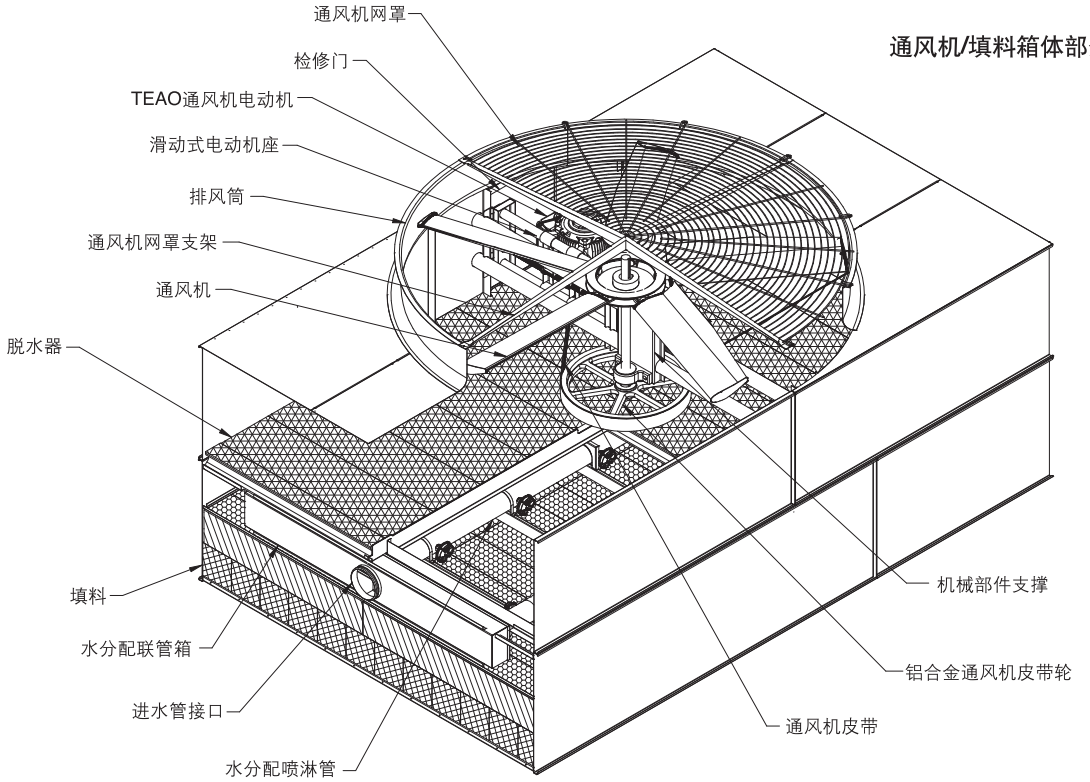
通风机/填料箱体部分



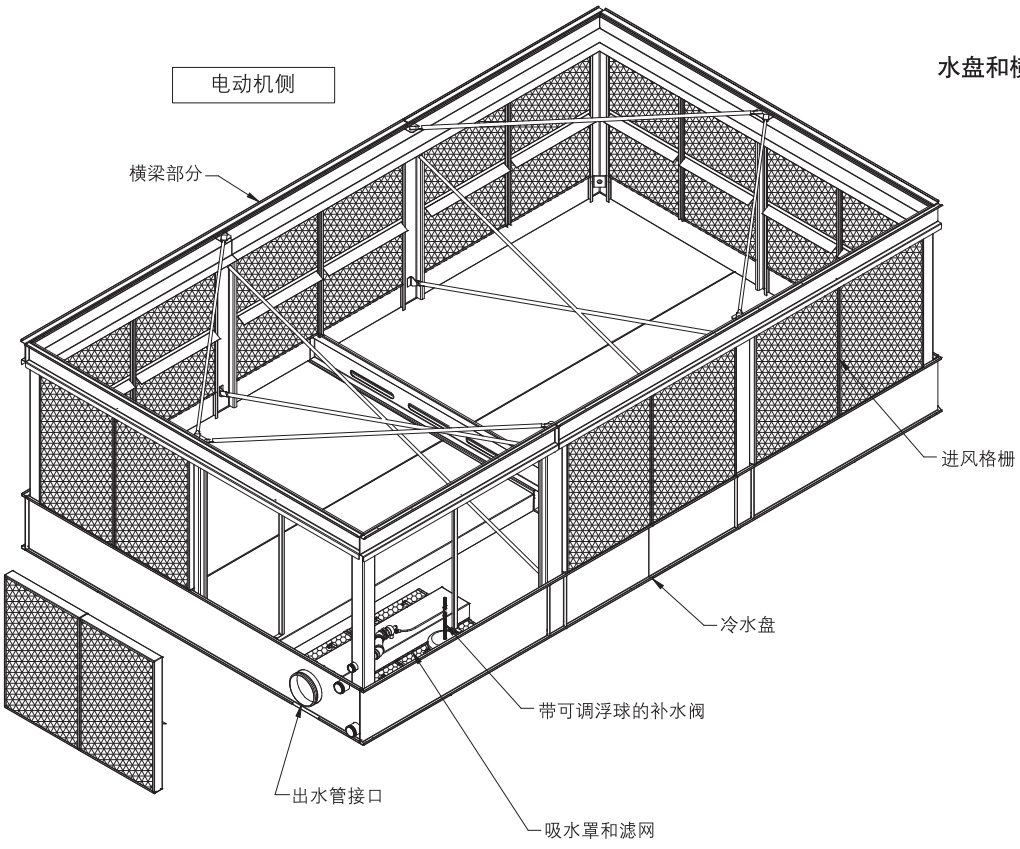
水盘和横梁部分



AT 3m, 3.6m (10’ & 12’)宽单元塔－端面接管

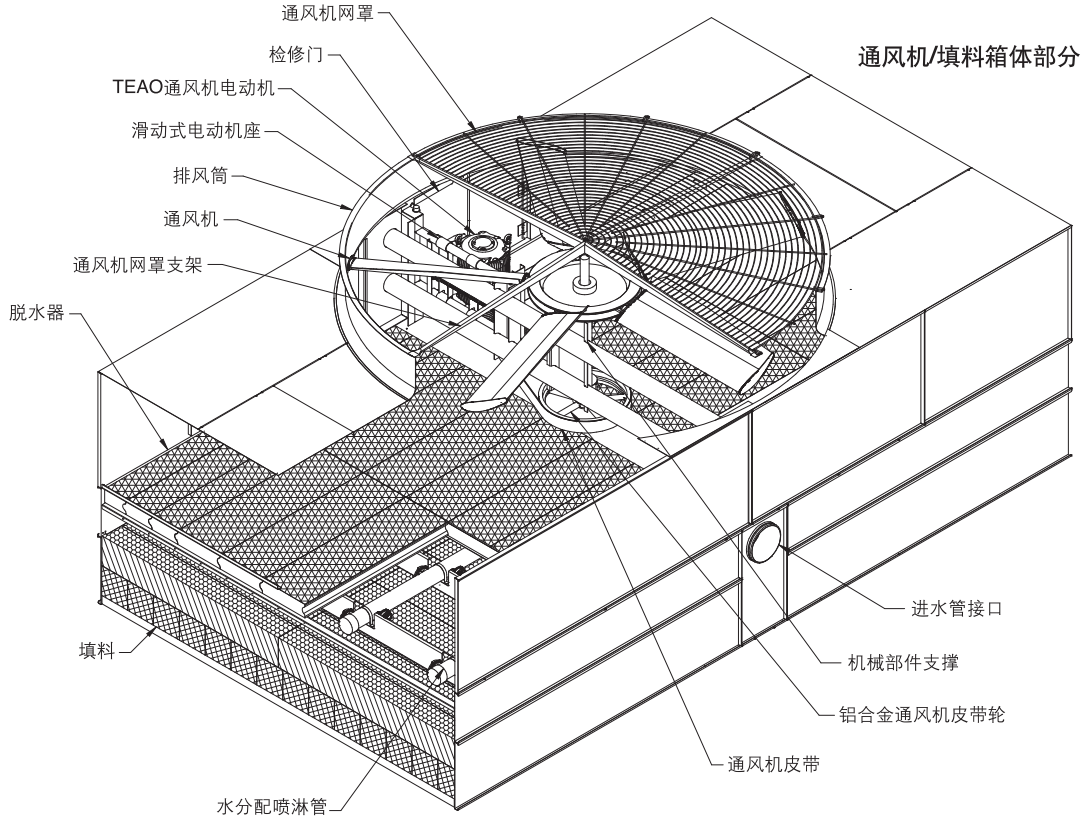


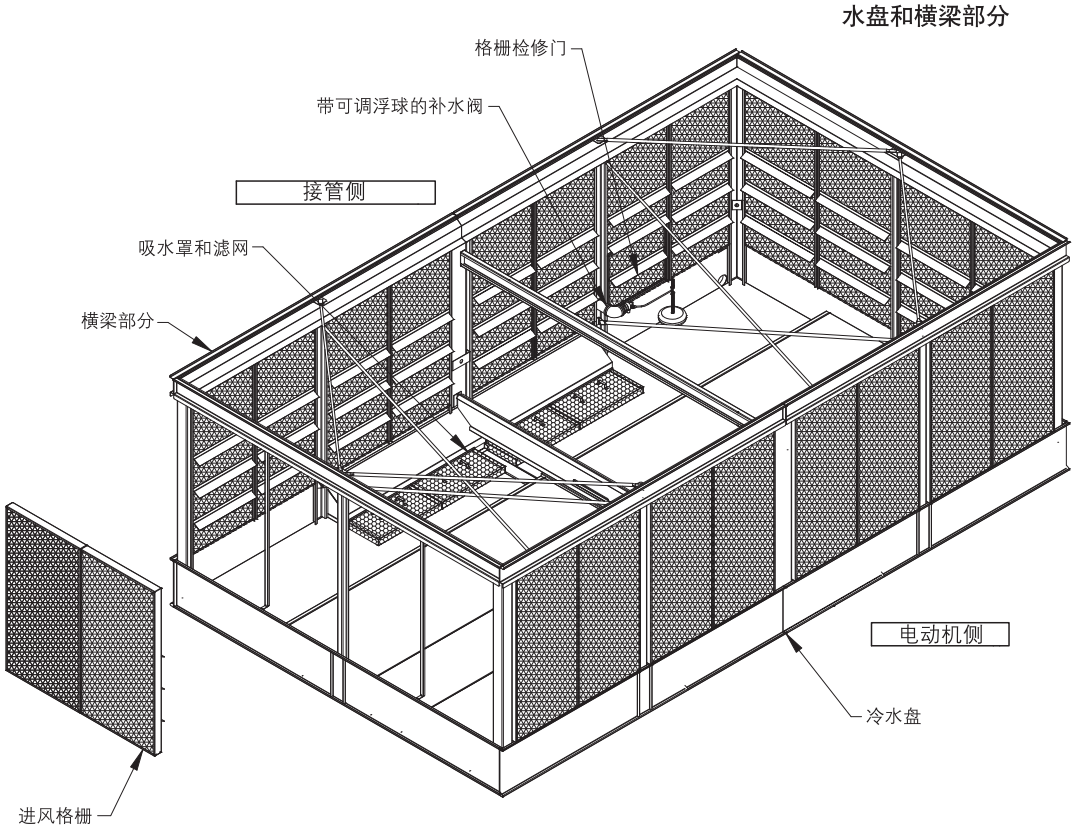
通风机/填料箱体部分



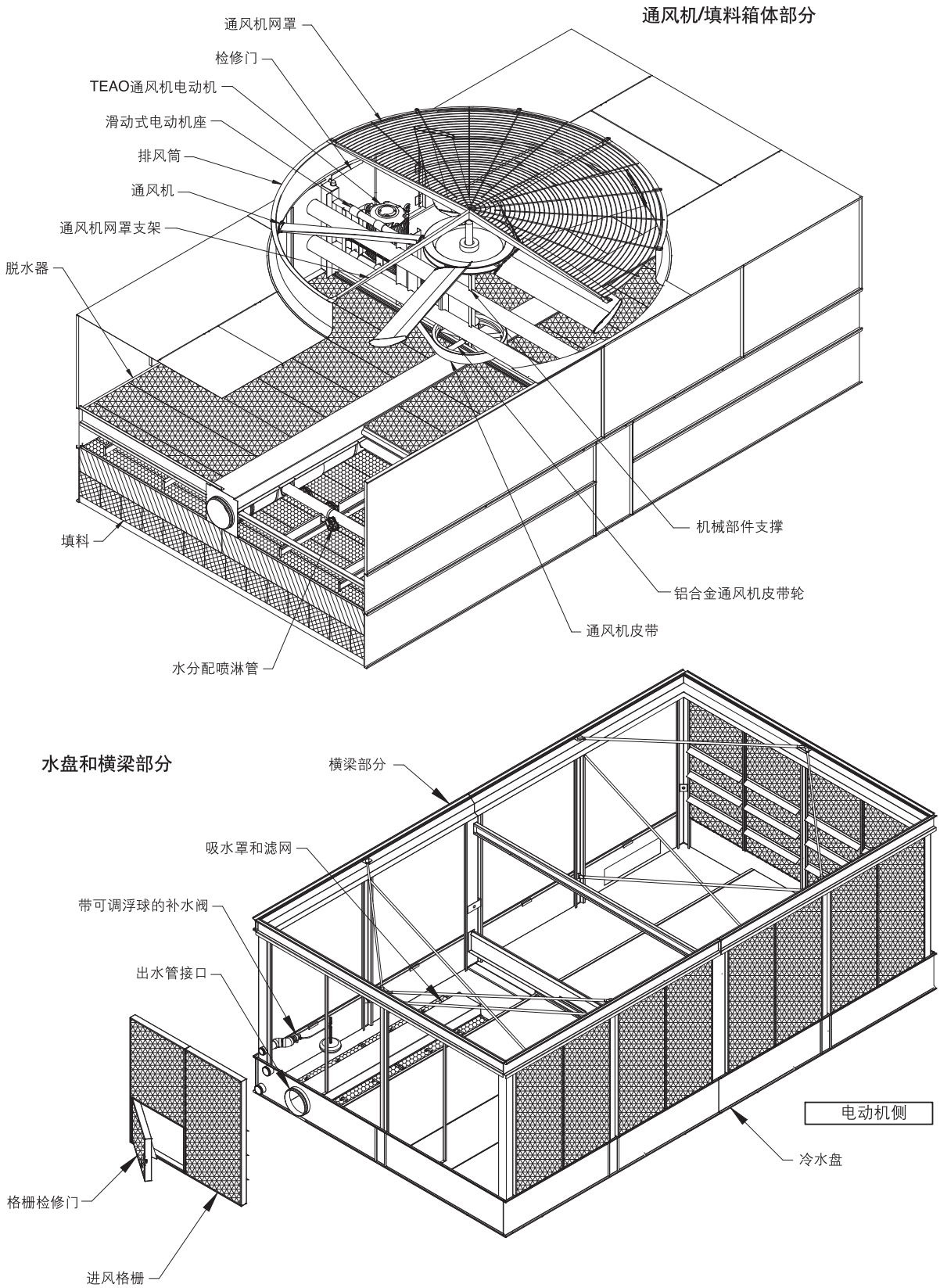
水盘和横梁部分

AT 4.2m x 7.3m (14’ x 24’)单元塔 – 侧面接管



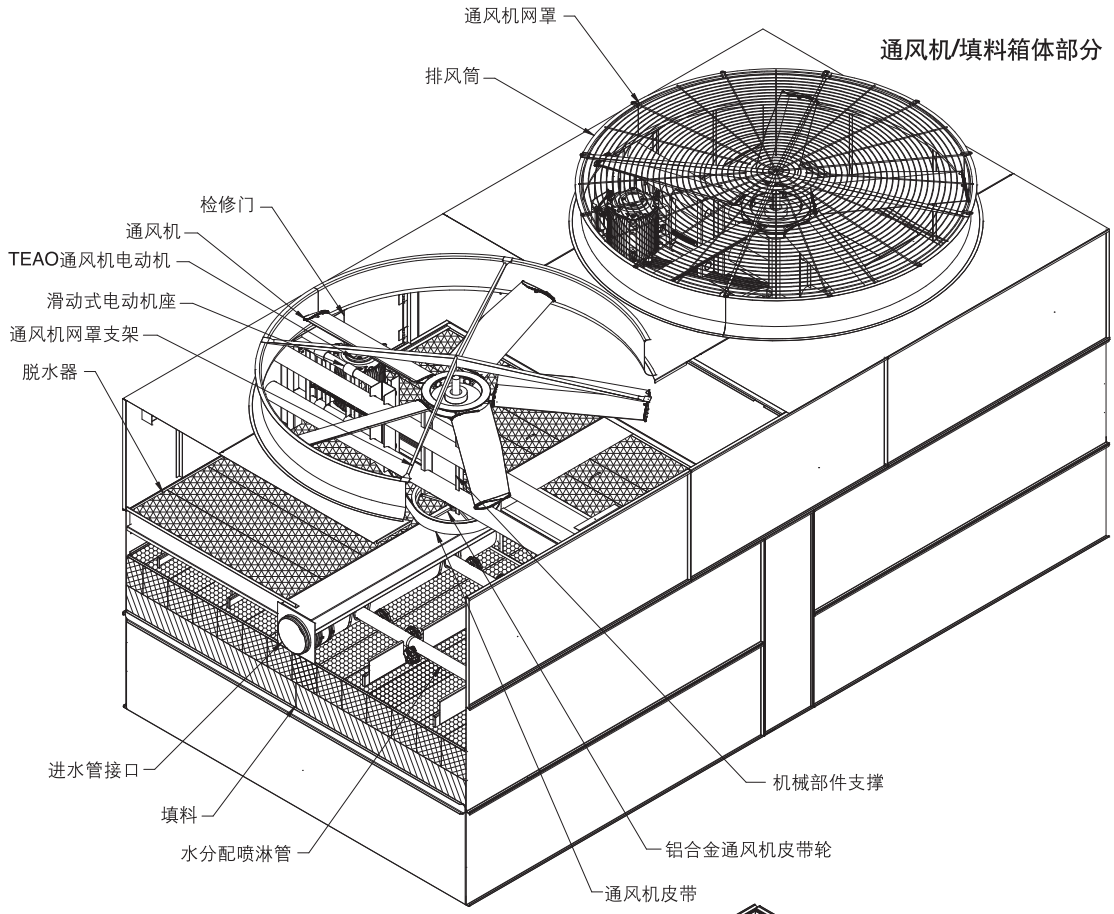


AT 4.2m x 7.3m (14’ x 24’)单元塔－端面接管

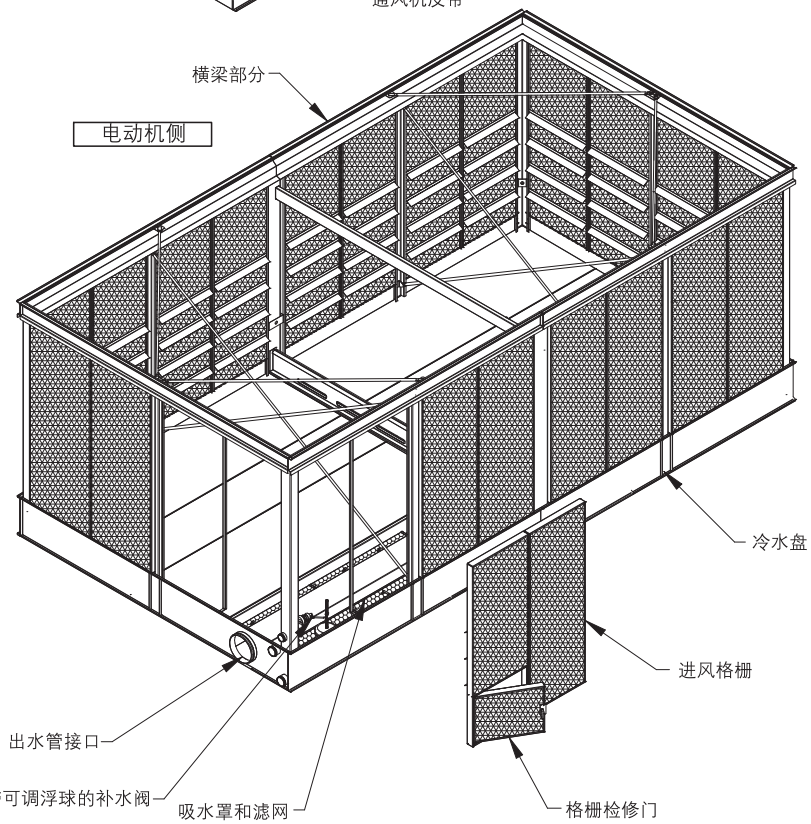


AT 4.2m x 7.9m (14’ x 26’)单元塔－端面接管

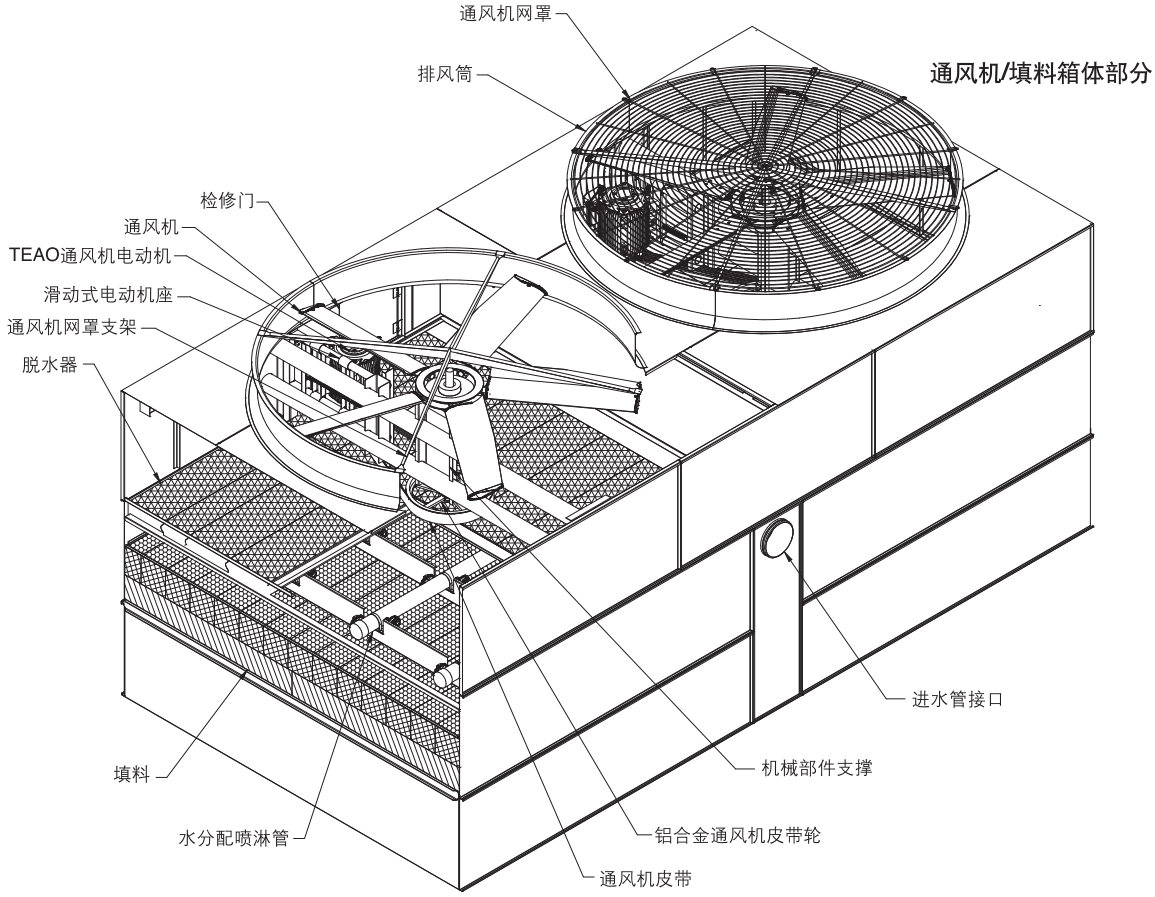
通风机/填料箱体部分

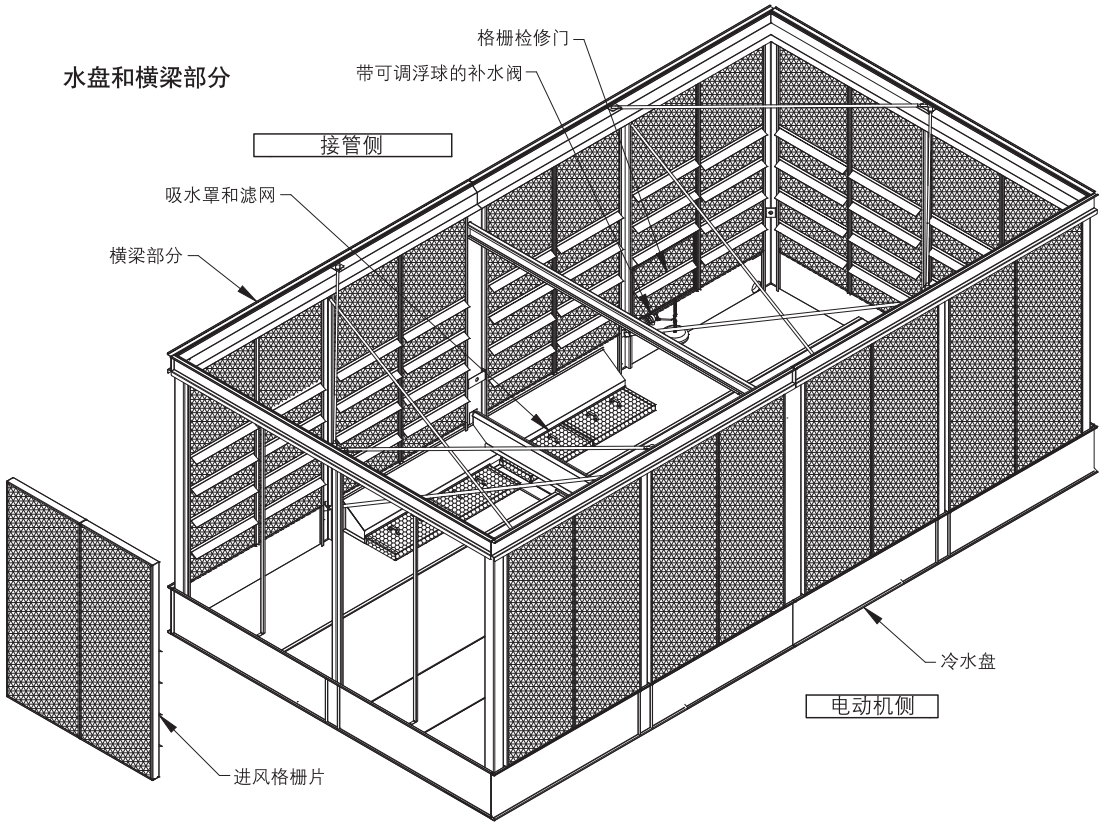


水盘和横梁部分

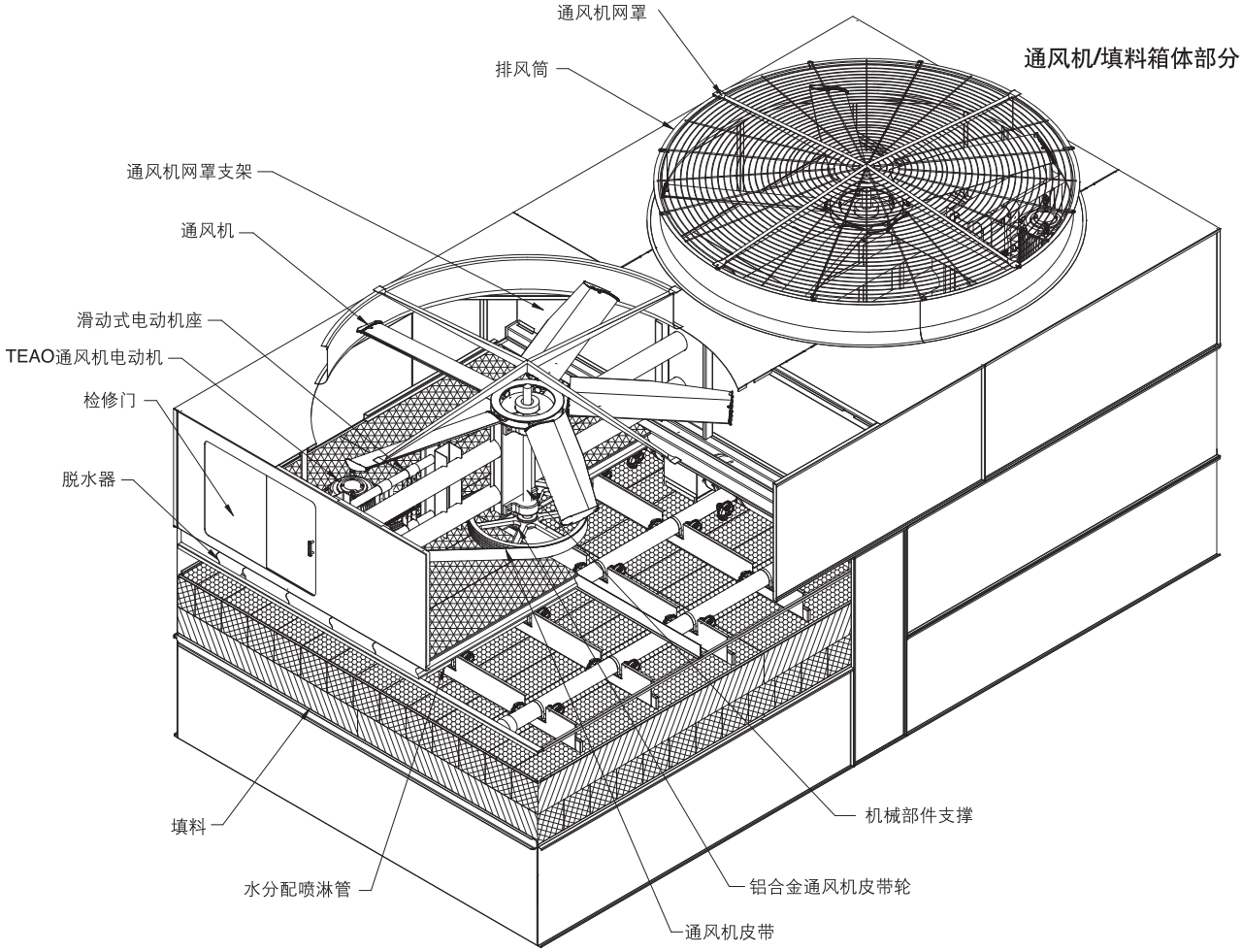


AT 4.2m x 7.9m (14’ x 26’)单元塔 – 侧面接管

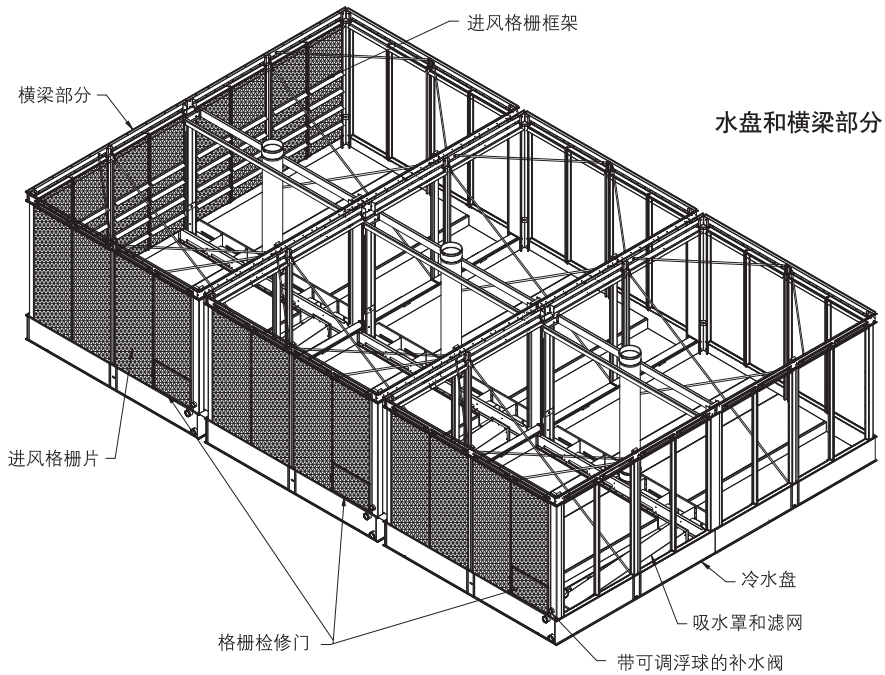




AT 13m x 7.9m (42’ x 26’) (三单元) 冷却塔 – 底部进水/底部出水



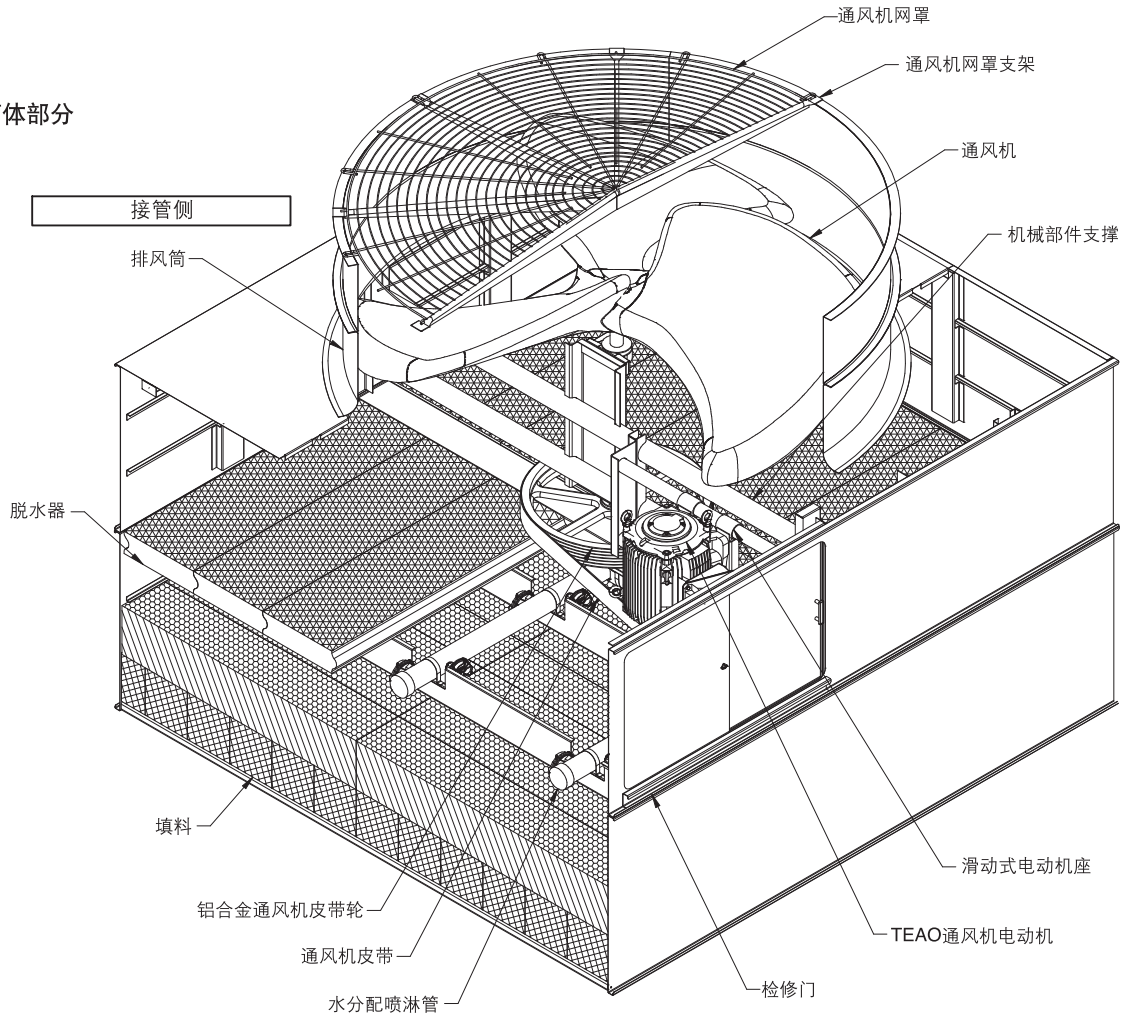
通风机/填料箱体部分



水盘和横梁部分

配备超低噪声通风机的AT所有箱体尺寸单元塔－侧面或端面接管

通风机/填料箱体部分



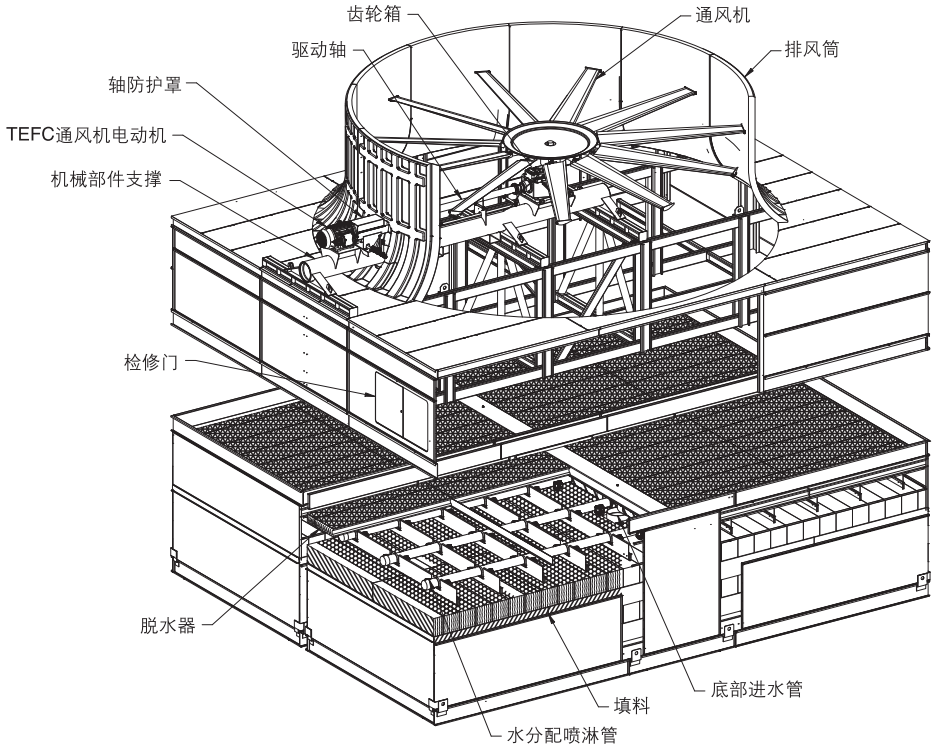
图示为3.6m (12')宽机组－侧面接管

备注：

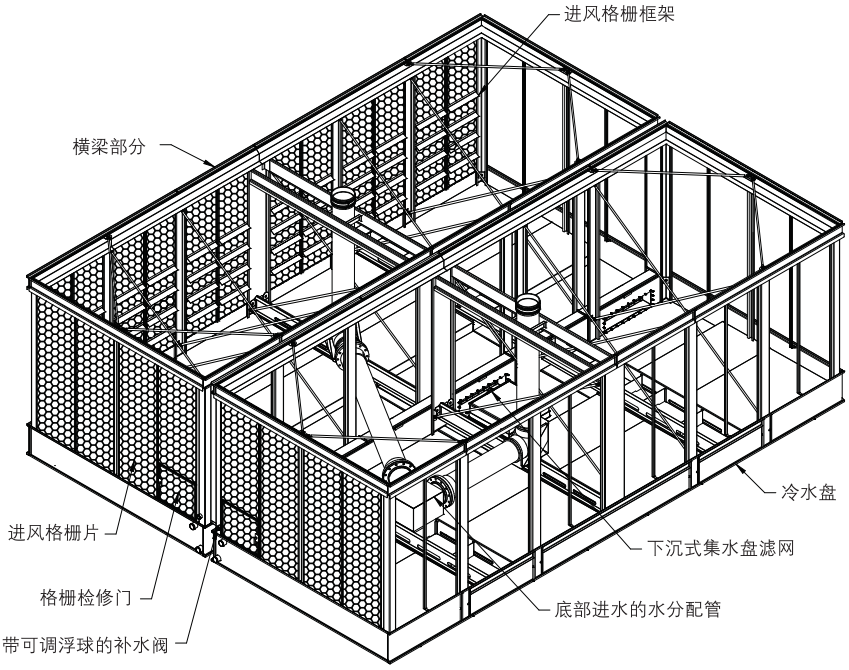
- 超低噪声通风机比普通通风机的高度更高，因此需要更高的排风筒－请参阅AT冷却塔样本获取增加的高度。

AT Atlas机组

通风机/填料箱体部分（图示仅为一个单元）

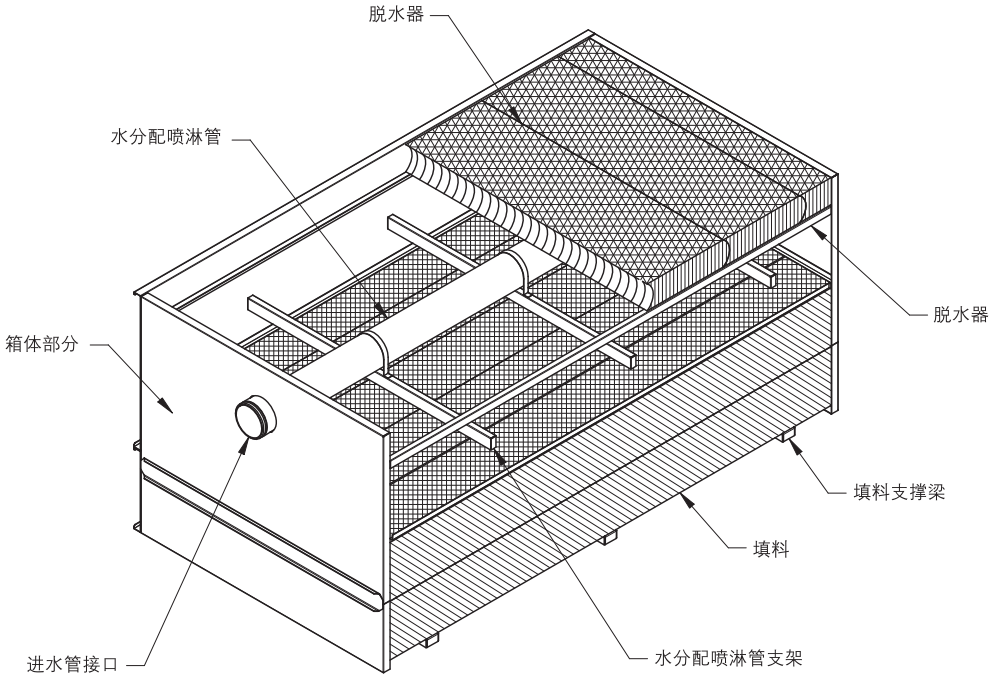


水盘和横梁部分（图示仅为一个单元）

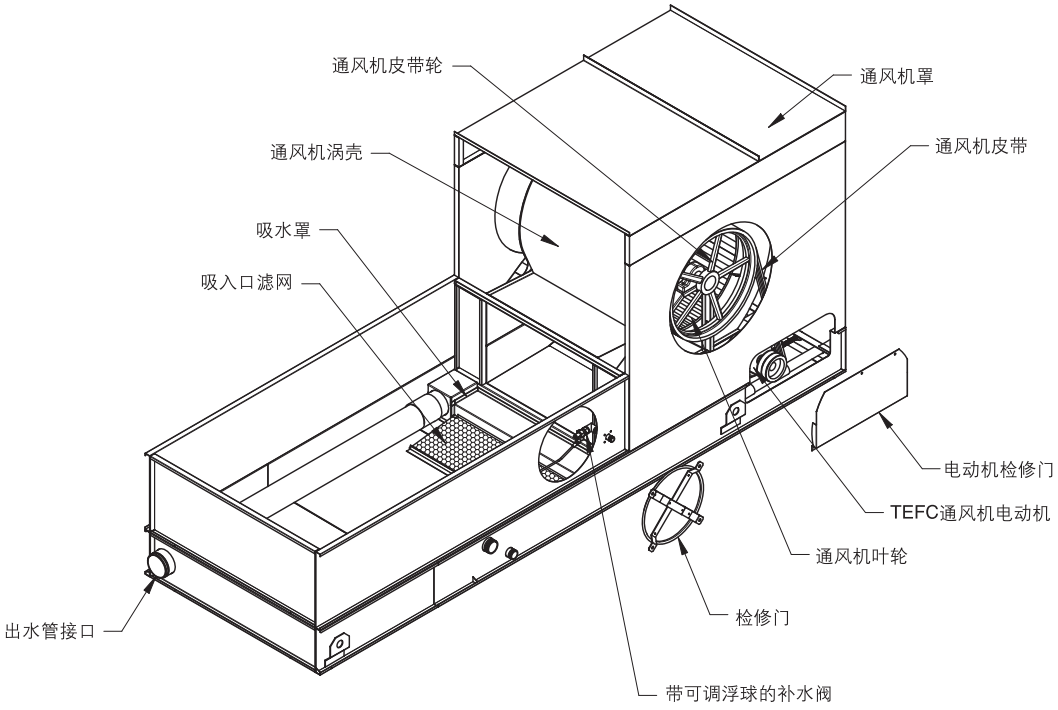


LPT机组

填料箱体部分

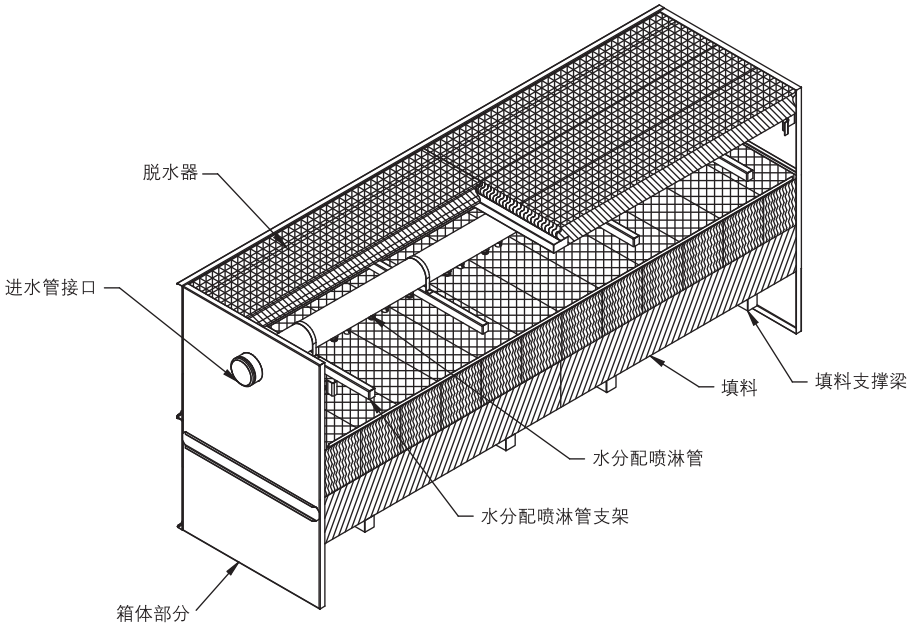


水盘部分

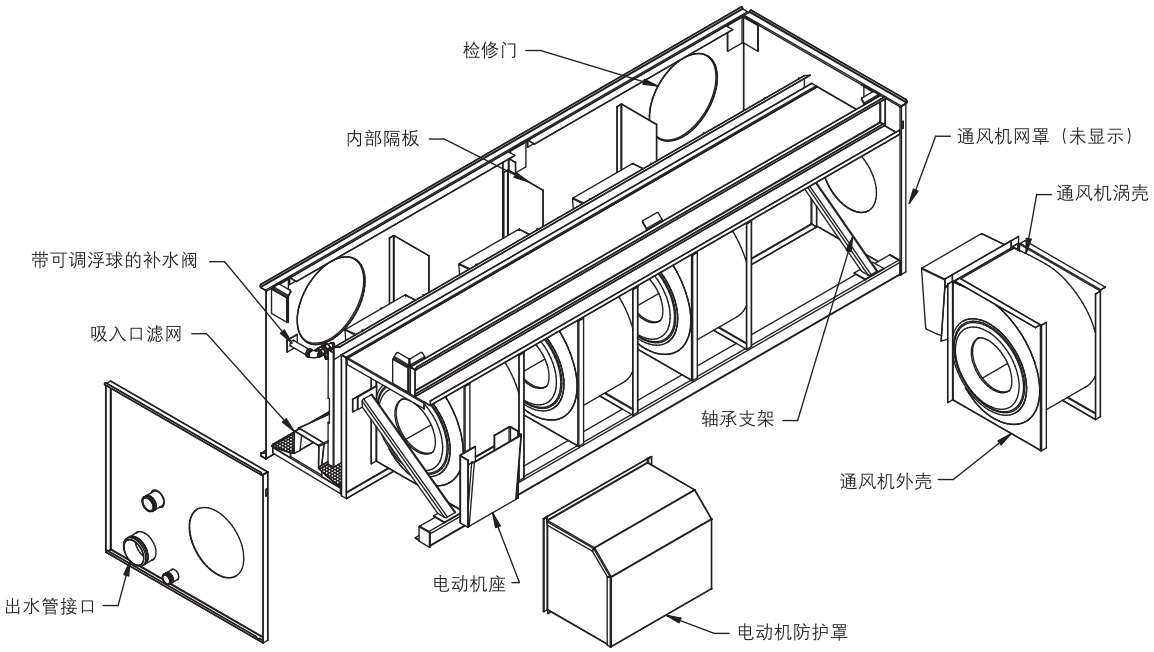


LSTE – 1.2m, 1.5m (4’ & 5’)宽机组

填料箱体部分

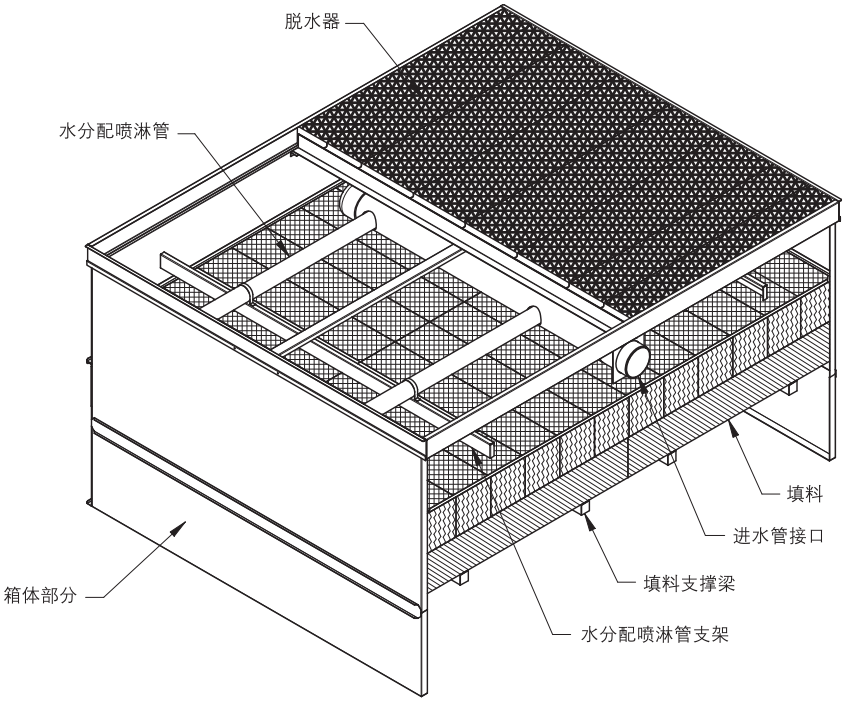


水盘部分

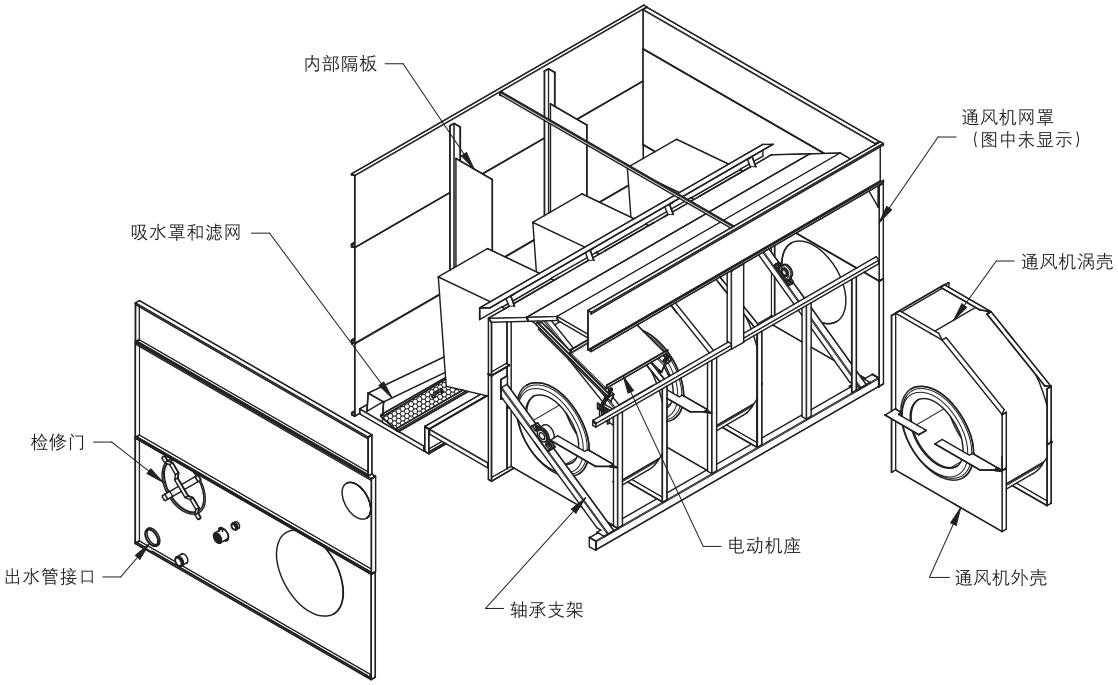


LSTE – 2.4m, 3m (8’ & 10’)宽机组

填料箱体部分

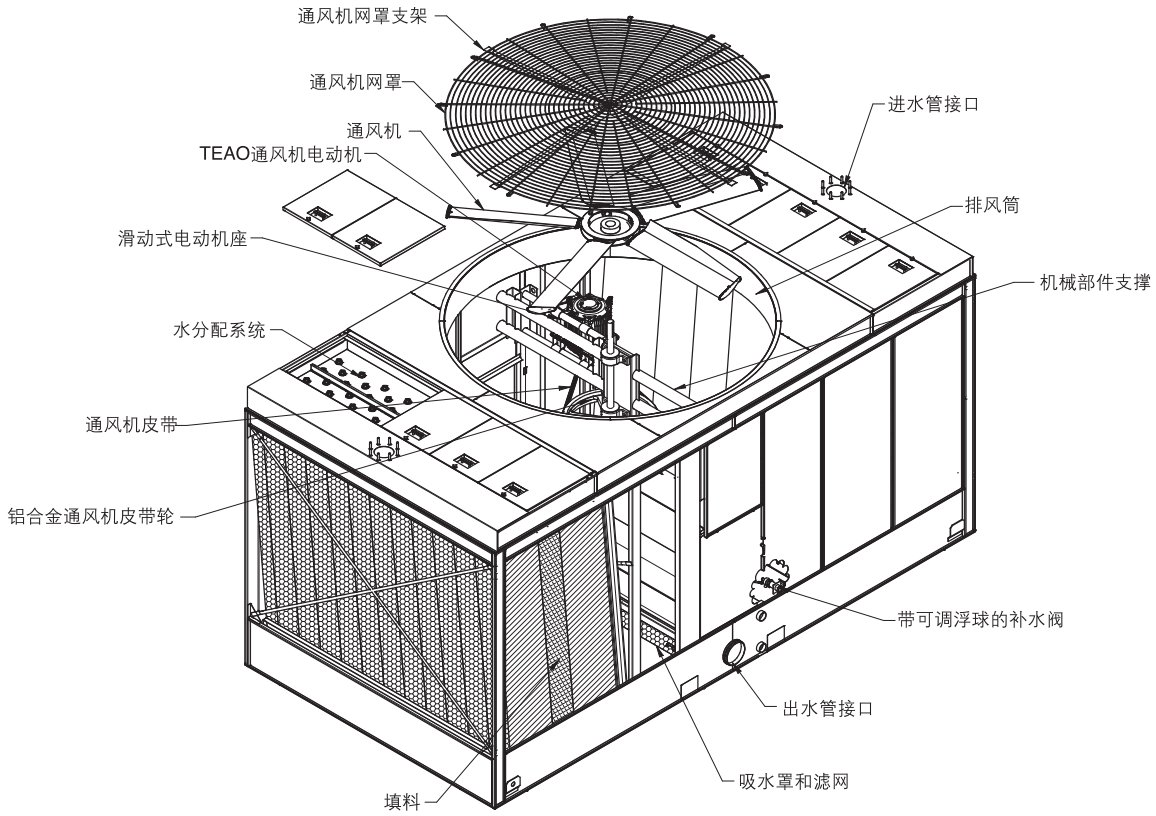


水盘部分

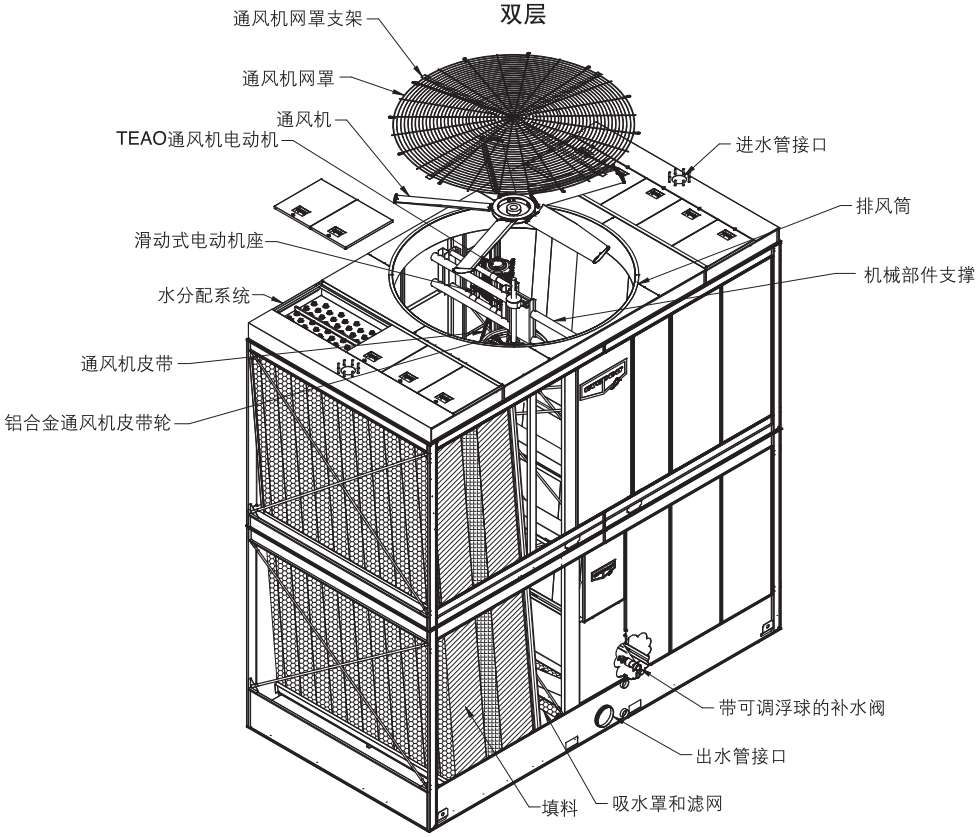


AXS机组－单层/双层

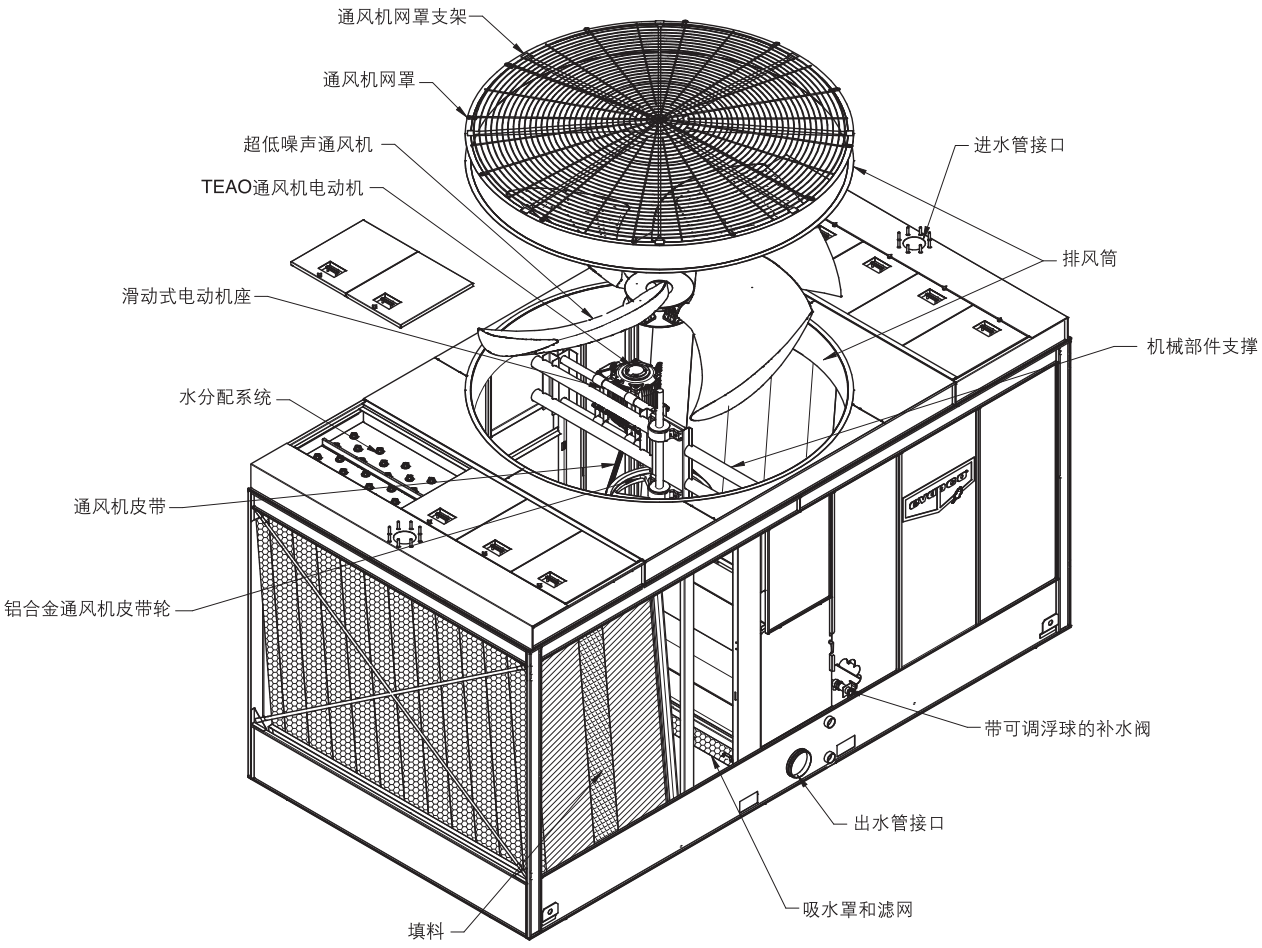
单层



双层



AXS所有箱体尺寸机组－配备超低噪声通风机



图示为3.6m (12')宽单层AXS机组

备注：

- 超低噪声通风机比普通通风机的高度更高，因此需要更高的排风筒。

备注：

备注：



如需益美高授权的零件和服务，请联系您当地的益美高代理或顶好先生®服务中心

益美高亚太地区总部

Evapco Asia/Pacific Headquarters

地址：上海宝山工业园区罗宁路1159号
邮编：200949
电话：(86) 21-6687 7786
传真：(86) 21-6687 7008
E-mail: marketing@evapcochina.com

益美高（上海）制冷设备有限公司

Evapco (Shanghai) Refrigeration Equipment Co., Ltd.

地址：上海宝山工业园区罗宁路1159号
邮编：200949
电话：(86) 21-6687 7786
传真：(86) 21-6687 7008
E-mail: marketing@evapcochina.com

益美高（北京）制冷设备有限公司

Evapco (Beijing) Refrigeration Equipment Co., Ltd.

地址：北京怀柔雁栖经济开发区四区66号
邮编：101407
电话：(86) 10-6166 7238
传真：(86) 10-6166 7395
E-mail: marketing@evapcochina.com

North America

EVAPCO, Inc.
World Headquarters

Westminster, MD USA
410.756.2600
marketing@evapco.com

EVAPCO East
Taneytown, MD USA
410.756.2600
marketing@evapco.com

EVAPCO East
Key Building
Taneytown, MD USA
410.756.2600
marketing@evapco.com

EVAPCO Midwest
Greenup, IL USA
217.923.3431
evapcomw@evapcomw.com

EVAPCO West
Madera, CA USA
559.673.2207
contact@evapcowest.com

EVAPCO Iowa
Lake View, IA USA
712.657.3223

EVAPCO Iowa
Sales & Engineering
Medford, MN USA
507.446.8005
evapcomn@evapcomn.com

EVAPCO Newton
Newton, IL USA
618.783.3433
evapcomw@evapcomw.com

Evapcold Manufacturing
Greenup, IL USA
217.923.3431
evapcomw@evapcomw.com

EVAPCO Dry Cooling, Inc.
Bridgewater, NJ USA
908.379.2665
info@evapcodc.com

EVAPCO Dry Cooling, Inc.
Littleton, CO USA
908.379.2665
info@evapcodc.com
Spare Parts: 908.895.3236
Spare Parts: spares@evapcodc.com

EVAPCO Power México S. de R.L. de C.V.
Mexico City, Mexico
(52) 55.8421.9260
info@evapcodc.com

Refrigeration Vessels & Systems Corporation
A wholly owned subsidiary of EVAPCO, Inc.
Bryan, TX USA
979.778.0095
rvs@rvscorp.com

EvapTech, Inc.
A wholly owned subsidiary of EVAPCO, Inc.
Edwardsville, KS USA
913.322.5165
marketing@evaptech.com

Tower Components, Inc.
A wholly owned subsidiary of EVAPCO, Inc.
Ramseur, NC USA
336.824.2102
mail@towercomponentsinc.com

EVAPCO Alcoil, Inc.
A wholly owned subsidiary of EVAPCO, Inc.
York, PA USA
717.347.7500
info@evapco-alcoil.com

Europe

EVAPCO Europe
EMENA Headquarters

Tongeren, Belgium
(32) 12.39.50.29
evapco.europe@evapco.be

EVAPCO Europe BVBA
Tongeren, Belgium
(32) 12.39.50.29
evapco.europe@evapco.be

EVAPCO Europe, S.r.l.
Milan, Italy
(39) 02.939.9041
evapcoeurope@evapco.it

EVAPCO Europe, S.r.l.
Sondrio, Italy

EVAPCO Europe GmbH
Meerbusch, Germany
(49) 2159.69560
info@evapco.de

EVAPCO Air Solutions
A wholly owned subsidiary of EVAPCO, Inc.
Aabybro, Denmark
(45) 9824.4999
info@evapco.dk

Evap Egypt Engineering Industries Co.
A licensed manufacturer of EVAPCO, Inc.
Nasr City, Cairo, Egypt
(202) 24044997 / (202) 24044998
mmanz@tiba-group.com /
hany@tiba-group.com

EVAPCO Middle East DMCC
Dubai, United Arab Emirates
(971) 4.448.7242
info@evapco.ae

EVAPCO S.A. (Pty.) Ltd.
A licensed manufacturer of EVAPCO, Inc.
Isando, South Africa
(27) 11.392.6630
evapco@evapco.co.za

Asia Pacific

EVAPCO Asia Pacific Headquarters

Baoshan Industrial Zone
Shanghai, P.R. China
(86) 21.6687.7786
marketing@evapcochina.com

EVAPCO (Shanghai) Refrigeration Equipment Co., Ltd.
Baoshan Industrial Zone, Shanghai, P.R. China
(86) 21.6687.7786
marketing@evapcochina.com

EVAPCO (Beijing) Refrigeration Equipment Co., Ltd.
Huairou District, Beijing, P.R. China
(86) 10.6166.7238
marketing@evapcochina.com

EVAPCO Air Cooling Systems (Jiaxing) Company, Ltd.
Jiaxing, Zhejiang, P.R. China
(86) 573.8311.9379
info@evapcochina.com

EVAPCO Australia (Pty.) Ltd.
Riverstone, NSW Australia
(61) 02.9627.3322
sales@evapco.com.au

EvapTech Asia Pacific Sdn. Bhd
A wholly owned subsidiary of EvapTech, Inc.
Puchong, Selangor, Malaysia
(60) 3.8070.7255
marketing-ap@evaptech.com

South America

EVAPCO Brasil
Equipamentos Industriais Ltda.
Indaiatuba, São Paulo, Brazil
(55) 11.5681.2000
vendas@evapco.com.br

FanTR Technology Resources
Itu, São Paulo, Brazil
(55) 11.4025.1670
fantr@fantr.com

明天的技术，今天已拥有！

evapco®

益美高亚太• 中国上海宝山工业园区罗宁路1159号（200949）
电话：(86) 21-6687-7786 • 传真：(86) 21-6687-7008 • E-MAIL: marketing@evapcochina.com

U.S. GREEN BUILDING COUNCIL MEMBER

©2021 EVAPCO, Inc.