

中华人民共和国能源部
中华人民共和国机械电子工业部 颁发

电站压力式除氧器 安全技术规定

Technical regulation for safety pressure
deaerator in power station

上海科学普及出版社

(沪)新登字第 305 号

责任编辑 施林兴

电站压力式除氧器安全技术规定
(附编制说明)

中华人民共和国能源部 颁发
中华人民共和国机械电子工业部

上海科学普及出版社出版
(上海曹杨路 500 号 邮政编码 200063)

新华书店上海发行所发行 上海市印七厂一分厂印刷

上海科学普及出版社电脑照排部排版

开本 787×1092 1/16 印张 15.25 字数 380000

1992 年 10 月第 1 版 1992 年 10 月第 1 次印刷

印数 1—2200

ISBN 7-5427-0650-0/TM·10 定价:30.00 元

中华人民共和国能源部 文件
中华人民共和国机械电子工业部

能源安保 [1991] 709 号

关于颁发《电站压力式除氧器安全技术规定》的通知

各电管局，各省、自治区、直辖市电力局，华东电力设计院、苏州热工研究所、电力规划设计总院，各发电设备（集团）公司，有关省机械厅（局），上海发电设备成套所：

为了确保除氧器安全经济运行，防止和减少事故发生，现颁发试行《电站压力除氧器安全技术规定》，请各有关单位认真贯彻执行。执行中发现的问题，请及时告华东电力设计院，并抄送能源部安全环保司、机电部第一装备司。

中华人民共和国能源部

中华人民共和国机械电子工业部

一九九一年八月二十九日

抄送：中国电力企业联合会，华能集团公司，成套设备局，电力机械局，中国电工设备总公司，有关直属研究所，劳动部。

《电站压力式除氧器安全技术规定》

负责编写单位： 华东电力设计院
编写单位： 华东电力设计院、苏州热工研究所
参加单位： 上海发电设备成套设计研究所
主编： 金王贵

校核： 钱祥鹏、张丽娟、许忠卿、王文元、张承全、干福麟
姚纪华、刘长久、陈大空

编写：

第一章	总则	金王贵
第二章	设计	金王贵
第三章	制造与安装	金王贵
第四章	运行和维护	董树善
第五章	检修	魏全耀
第六章	安全管理	董树善
附录		金王贵、童忠贵

参加工作人员： 马汉鹏、吴洁、陈亚芹、张丽英

目 录

第一章 总 则	1
第二章 设 计	2
第 1 节 一般规定.....	2
第 2 节 外部汽水系统设计和除氧器的布置.....	3
第 3 节 本体结构设计.....	3
第 4 节 安全阀	10
第 5 节 压力调节和保护	11
第 6 节 水位调节和保护	12
第三章 制造与安装	14
第 1 节 材料及其入厂检验	14
第 2 节 冷热加工成形	17
第 3 节 焊接	24
第 4 节 热处理	27
第 5 节 焊接试板	27
第 6 节 无损探伤	28
第 7 节 水压试验	29
第 8 节 设备标记	30
第 9 节 油漆、包装、运输	30
第 10 节 出厂文件.....	31
第 11 节 安装.....	31
第四章 运行和维护	34
第 1 节 投入前的安全检查	34
第 2 节 除氧器的投入	34
第 3 节 运行中的操作和监视	35
第 4 节 事故处理	36
第 5 节 除氧器的停用和保养	38
第五章 检修	39
第 1 节 除氧器的定期检验	39
第 2 节 内部装置及安全附件的修理	40
第 3 节 壳体母材及焊接接头缺陷的修理	40
第六章 安全管理	43
附录 A 双鞍座除氧器强度计算 (补充件)	44
附录 B 三鞍座除氧器强度计算 (参考件)	98
附录 C 安全阀最大排汽量和安全阀排汽反力计算 (补充件)	104

附录 D	接管上外载荷在圆筒体上引起的局部应力计算.....	106
附录 E	圆筒体轴向斜接管和封头非径向接管开孔补强计算 (参考件)	173
附录 F	圆筒体周向斜接管开孔补强计算 (参考件)	177
附录 G	三角形支撑的加强圈应力计算 (参考件)	179
附录 H	焊接接头型式和尺寸 (参考件)	183
附录 I	专用术语的定义 (补充件)	188
附录 J	给水箱容积计算表 (参考件)	190

第一章 总 则

第1·0·1条 为了确保火力发电厂压力式除氧器（包括除氧头和给水箱，以下统称为除氧器）的安全运行，保护人民生命和国家财产安全，使锅炉、汽轮机组达到安全、经济、满发，特制定本规定。

第1·0·2条 本规定适用于火力发电厂单机容量为25MW（供热式机组）~600MW机组或额定工作压力 $P \geq 0.10\text{MPa}$ 表压力（以下压力单位均指表压力）的热力除氧器。凝汽式25MW及以下汽轮机组的大气式热力除氧器和PWR核电站二回路除氧器可参照执行本规定。

第1·0·3条 除氧器的外部汽水系统设计、本体结构设计、制造、安装和使用单位必须认真遵守本规定。各级主管部门应认真监督检查。

除氧器的安全技术除应符合本规定外，尚应符合国家颁发的压力容器通用技术标准中的有关规定。

第1·0·4条 除氧器的设计、制造单位必须持有相应类别的压力容器设计、制造许可证。除氧器的使用单位必须持有关于除氧器的压力容器使用登记证。

第二章 设计

第1节 一般规定

第2·1·1条 除氧器的设计压力应根据运行中的最高工作压力确定。

定压运行除氧器的设计压力不应低于额定工作压力的1.30倍。

滑压运行除氧器的设计压力不应低于汽轮机在最大连续输出功率下运行时，除氧器所采用的回热抽汽压力的1.25倍。

第2·1·2条 除氧器的设计温度不应低于下列两个温度中的较大值：

1. 汽轮机在最大连续输出功率下运行时除氧器所采用的回热抽汽温度；
2. 除氧器在启动或低负荷运行时所采用的辅助蒸汽温度。

如果在正常运行中，超过350℃的加热蒸汽不是直接进入给水箱，给水箱的设计温度可取350℃。除氧头的设计温度仍应按最高加热蒸汽温度确定。

第2·1·3条 除氧器的额定出力不应低于锅炉在最大连续蒸发量运行时所需给水消耗量的105%。当一台低压加热器停用时，除氧器的出力不应低于其90%额定出力。

除氧器在额定出力、最小出力（30%额定出力）及上述两者之间的出力运行时，除氧器出水中的溶解氧含量不应大于7μg/L。

第2·1·4条 给水箱贮水容积应按下列要求确定：

1. 对于汽轮机单机容量为200MW及以下的机组，给水箱贮水容积按锅炉在最大连续蒸发量运行时10~15min的给水消耗量确定。

2. 对于汽轮机单机容量为200MW以上的机组，给水箱贮水容积按锅炉在最大连续蒸发量运行时5~10min的给水消耗量确定。

给水箱的贮水容积是指给水箱正常水位至给水箱出水管顶部之间的水容积。

给水箱的全几何容积宜为给水箱贮水容积的1.17~1.25倍。

第2·1·5条 除氧器壳体材料宜采用20g或20R，不应采用16Mn和A3F。

对于匹配直流锅炉的除氧器，除氧头壳体材料宜采用不锈钢与20g或20R的复合钢板。

除氧器壳体材料的含碳量不宜大于0.25%。碳钢材料的焊条应选用低氢型碱性焊条，不锈钢材料的焊条应选用酸性焊条。

对于在役的16Mn和A3F除氧器，应根据劳动部门颁发的《在役压力容器检验和缺陷处理若干问题的参考意见》和本规定有关条文，加强检验、改进不合理结构、修补缺陷、监督运行。对于缺陷严重、难于修复、无修复价值或修复后仍难保证安全运行的除氧器，应限期报废，做到有计划地更换。

第2节 外部汽水系统设计和除氧器的布置

第2·2·1条 为了提高除氧器的运行可靠性和热力系统的经济性,在设备条件合适时,除氧器的外部汽水系统应按汽轮机高负荷时除氧器滑压运行,汽轮机启动和低负荷时除氧器定压运行的方式设计。

除氧器在启动阶段定压运行时的工作压力宜采用0.05MPa。

第2·2·2条 对于定压运行的除氧器,在除氧器的常用回热抽汽管道上应装设电动隔离阀和压力调节阀(图2·2·2)。当采用高一级回热抽汽作为汽轮机低负荷工况下除氧器的加热蒸汽时,应在切换蒸汽管道上装设电动隔离阀和减压阀。

第2·2·3条 对于滑压运行的除氧器,在除氧器的常用回热抽汽管道上不应装设加热蒸汽压力调节阀。当采用启动锅炉的蒸汽(或厂用辅助蒸汽)作为启动加热蒸汽,或者采用高压缸排汽(低温再热蒸汽)作为汽轮机低负荷工况下除氧器的备用加热蒸汽时,应在切换蒸汽管道上装设稳压联储(图2·2·3)。

除氧器在滑压运行阶段,稳压联储处于热备用状态,其蒸汽压力通过稳压联储入口蒸汽压力调节阀维持在除氧器的额定工作压力。除氧器在启动和低负荷运行阶段,通过稳压联储出口蒸汽压力调节阀维持除氧器定压运行。

第2·2·4条 稳压联储的设计压力按汽轮机在额定功率运行时高压缸排汽压力的1.15倍确定。稳压联储的设计温度按最高进汽温度确定。稳压联储的公称直径不小于除氧器常用抽汽管道的公称直径加200mm。

第2·2·5条 直流锅炉汽水分离器的分离汽和分离水不直接入除氧器。除氧器的启动加热可采用沸腾管加热方式,也可采用启动循环泵或给水泵前置泵循环加热的方式。当采用启动循环泵时,启动循环泵的流量不应小于启动时所使用雾化喷嘴额定流量的30%。

第2·2·6条 当除氧器采用启动循环泵或给水泵前置泵加热方式时,除氧器中可不设置沸腾管。反之,应设置沸腾管。沸腾管用汽直接在除氧器抽汽压力调节阀的下游。沸腾管用汽管道的布置,应避免给水箱中的给水通过沸腾管、沸腾用汽管和抽汽管倒入汽轮机。

第2·2·7条 除氧器上的阀门或与除氧器直接相连管道上的阀门应采用铸钢阀门。

第2·2·8条 在气候和设备条件合适时,除氧器宜采用露天布置。对露天布置的除氧器,应采取有效的防冻、防雨等措施,为安全、经济运行和检修方便创造良好的条件。

严寒地区的除氧器排气管设计,应注意排气口布置方向及排气中水蒸汽冻结对厂房屋面增加的荷载。

第2·2·9条 当除氧器布置在单元控制室正顶上方时,单元控制室顶板应采取现浇结构,其顶板设计荷载按0.01MPa计算。

单元控制室室顶面板应有完善的防水和排水措施。

第3节 本体结构设计

第2·3·1条 除氧器的结构型式,按下列规定选择:

(1) 单机容量在200MW及以上汽轮机组的除氧器应采用卧式结构;

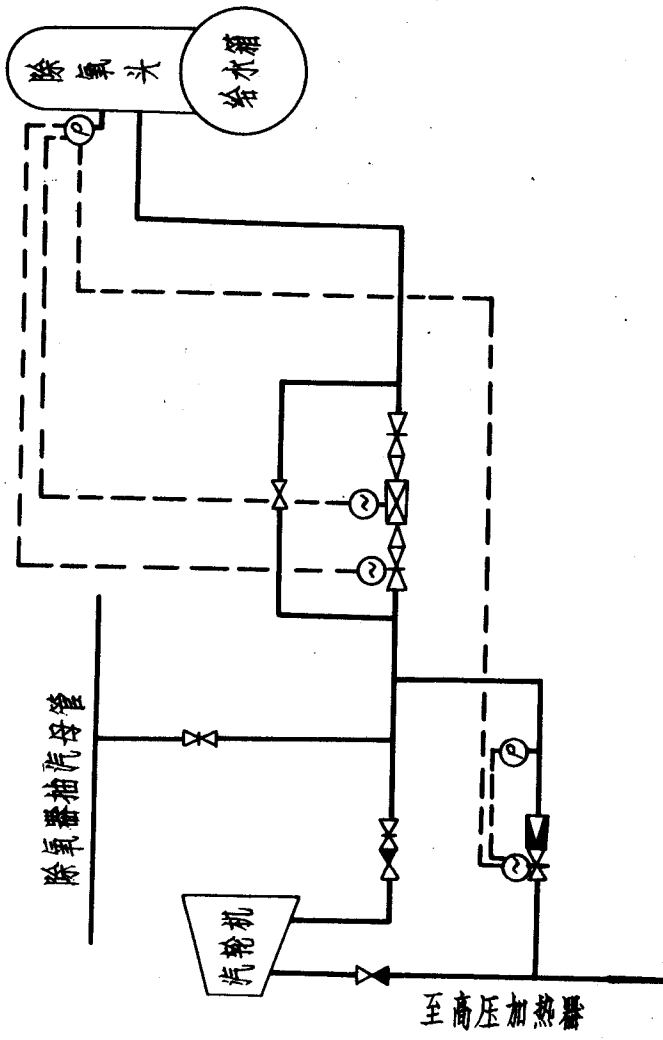


图 2·2·2

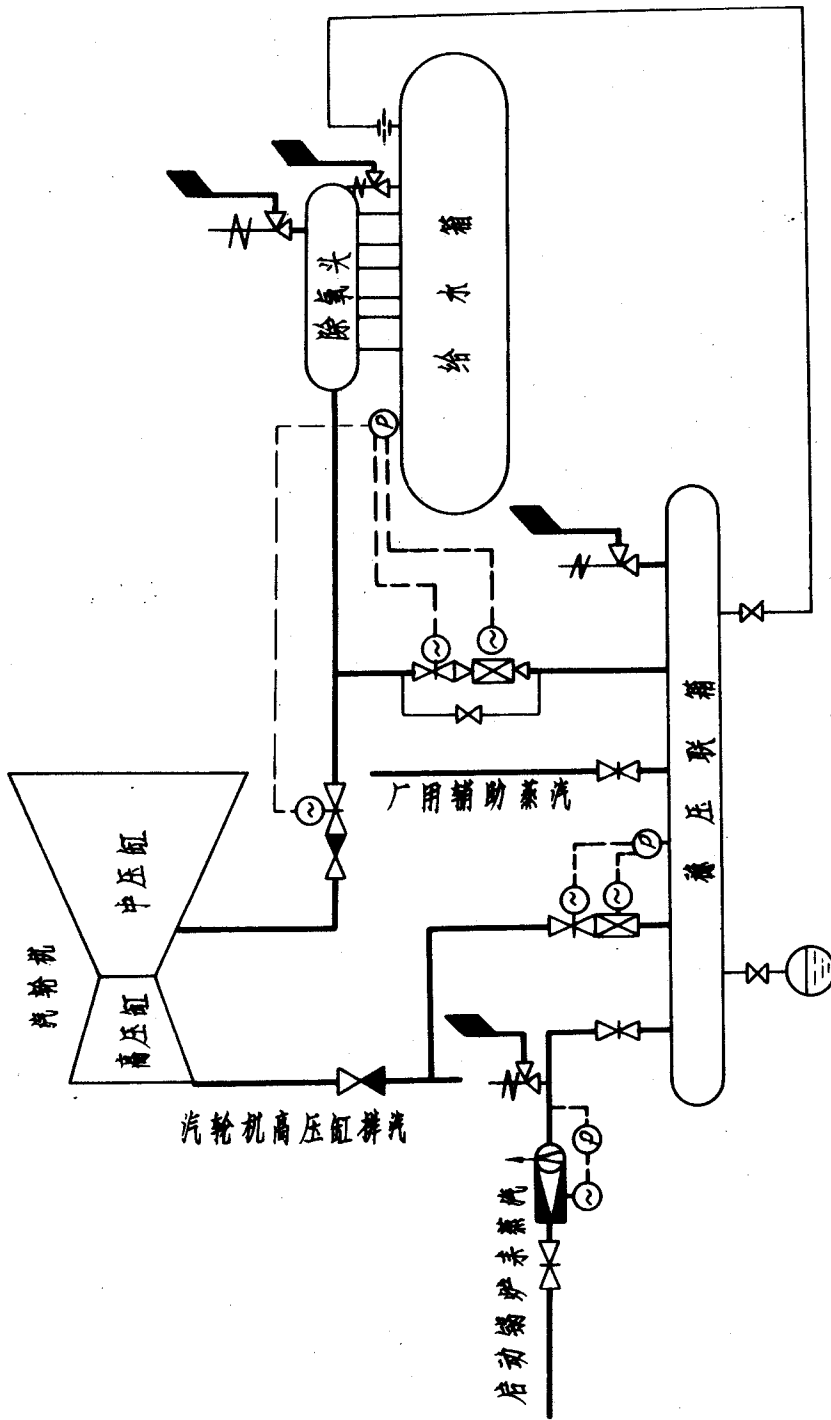


图 2·2·3

(2) 单机容量在 125MW 及以下汽轮机组的除氧器可以采用立式结构。

第 2·3·2 条 除氧器内的凝结水喷嘴、加热蒸汽喷管、淋水盘、散水槽、填料层、加强圈等部件的布置, 不仅应使除氧器具有高效的传热、传质性能, 而且应使除氧器具有合理的承载结构和足够的强度、刚度。

除氧器的强度计算方法见本规定附录 A~G。

第 2·3·3 条 在除氧头和给水箱强度计算中, 应考虑下列载荷:

1. 内压力;
2. 外压力;
3. 壳体重量、附件重量、保温材料重量、检修平台扶梯重量和检修平台上的载荷 (单位面积上的检修载荷宜取 3.92KPa, 检修平台面积可按 0.5~1.0LD 考虑。);
4. 充水重量;
5. 安全阀开启时的反作用力和力矩;
6. 外部管道系统传给接管座的作用力和力矩;
7. 露天布置时承受的风载荷;
8. 安装在地震烈度 7 度及以上地震区的除氧器, 尚应考虑地震载荷。

上述第 1~4 项载荷的计算和验算按本规定附录 A、B, 第 5 项载荷计算按本规定附录 C, 第 6 项载荷的验算按本规定附录 D, 第 7、8 项载荷的计算和验算按 GB150—89《钢制压力容器》中 9·2·2 和 9·2·3 的规定。

第 2·3·4 条 除氧头内凡与从凝结水中释放出来的氧气接触的部件, 例如雾化喷嘴、淋水盘、填料、挡水板等, 应采用不锈钢材料。

除氧器壳体上接管座材料, 应采用 10 号或 20 号钢。对于介质温度大于 430℃ 的蒸汽接管座, 应采用耐高温的低合金钢管或合金钢管。

除氧器壳体内与蒸汽、水接触的任何构件均不宜采用紫铜、黄铜或青铜材料制造。

第 2·3·5 条 除氧器壳体上的对接焊缝应采用双面焊全焊透结构或单面焊双面成型达到双面焊质量的焊接结构, 其焊接接头型式和尺寸可按本规定附录 H 选择。焊接接头检查可采用局部无损探伤, 当焊接接头的无损探伤长度 $\geq 20\%$ 的焊接接头长度时, 其焊缝系数 $\Phi = 0.85$ 。

第 2·3·6 条 在除氧器的壁厚计算中, 应考虑材料的壁厚负偏差 C_1 、腐蚀裕量 C_2 和加工工艺造成的壁厚减薄量 C_3 。腐蚀裕量 C_2 按下列规定选择:

除氧头壳体采用碳钢时, $C_2 = 2.50\text{mm}$; 除氧头壳体采用不锈钢与碳钢的复合钢板时, $C_2 = 0$ 。

给水箱壳体采用碳钢时, $C_2 = 1.60\text{mm}$ 。

第 2·3·7 条 除氧器壳体材料的许用应力, 取下列两个计算值中的较小值:

1. 材料常温下最低抗拉强度除以安全系数 3.0;
2. 材料常温或高温下屈服强度除以安全系数 1.60。

除氧器壳体常用材料许用应力可按本规定附录 A 表 A1—1《除氧器用钢板许用应力值》选取。

第 2·3·8 条 当除氧器内部构件采用焊接连接时, 应减少由于构件之间不均匀热膨胀和承载后不同变形所引起的约束应力;

当除氧器内部构件采用螺栓连接时,应采用点焊等措施,防止螺母与螺栓之间松动和脱落。

第 2·3·9 条 在给水箱内部应设置支承除氧头荷重的加强圈,在给水箱内部鞍座处宜设置增加给水箱强度的加强圈,其余部位是否要设置加强圈应根据本规定附录 A 强度计算结果确定。

加强圈应采用轴惯性矩大、制造方便的截面形状。不宜采用带三角形支撑的加强圈。加强圈材料宜与给水箱壳体材料相同。

加强圈在给水箱顶部和底部的位置上应留有排气槽和排水槽(图 2、3、9—1)。排水槽的宽度不宜超过图 2·3·9—2 中规定的允许宽度。

加强圈与给水箱筒体之间宜采用均匀交错断续焊接,不宜采用满焊结构。加强圈每侧间断焊缝总长度不应少于给水箱内圆周长的三分之一,焊缝的间距不大于 12 倍的给水箱壁厚。每条间断焊缝的长度不宜小于 200mm。

第 2·3·10 条 对于立式单封头除氧器,当除氧头直径大于在给水箱上的开孔直径时,除氧头在给水箱上的开孔处宜设置加强短节(图 2·3·10),其厚度宜等于给水箱壁厚,高度为 100~200mm。

第 2·3·11 条 介质温度超过设计温度的接管座应采用套管与除氧器壳体连接的结构。

汽轮机阀门门杆漏汽接管座、给水泵再循环水接管座和高压加热器疏水接管座,在插入除氧器壳体内侧的部分应制成管子侧面开孔的喷管结构,在高压高温介质射流方向的垂直面上宜装设不锈钢保护挡板。在门杆漏汽接管座内应加装限流孔板,以便安全、经济运行。

卧式除氧头出水管在给水箱内的出水口宜在低水位以下,并宜沿给水箱轴向均匀分布。

给水箱出水接管座的壳体内侧顶部应高出给水箱底部 50~100mm,其顶部应设置不锈钢防落物和防旋涡装置。在给水箱的最低部位应设置放水接管座。

除氧器的接管座宜以焊接形式与外部管道系统连接。接管座高度宜为 200mm。

第 2·3·12 条 除氧头和给水箱之间应有足够的汽水流通道,以便汽轮机组甩负荷或进汽压力突然变化时,使除氧头与给水箱之间的蒸汽压力能迅速达到平衡。

第 2·3·13 条 给水箱溢流水位标高、溢流口标高和溢流接管座截面积,按下列要求确定:

1. 溢流阀开启时的溢流水位至给水箱顶部内壁之间的距离不应小于 15% 的给水箱内径。
2. 溢流口宜设在正常水位标高处,不宜低于低水位标高。
3. 溢流接管座截面积应具有同时排出除氧器最大进水流量的通流能力。

第 2·3·14 条 除氧器的给水箱宜采用双鞍座支承。鞍座中心线至封头起弯线(切线)的距离 A 不宜大于 0.20 倍的圆筒长度 L(见图 2·3·14),当需要时, A 最大值不得大于 0.25L。三鞍座除氧器的 A 值不宜大于 0.145L。

鞍座应能承受第 2·3·3 条中规定的载荷。鞍座的包角不应小于 120°。

鞍座与筒体之间应设置垫板,垫板厚度不应小于筒体壁厚,垫板宽度不应小于筒体有效宽度,垫板对筒体的包角不应小于鞍座包角加 12°。

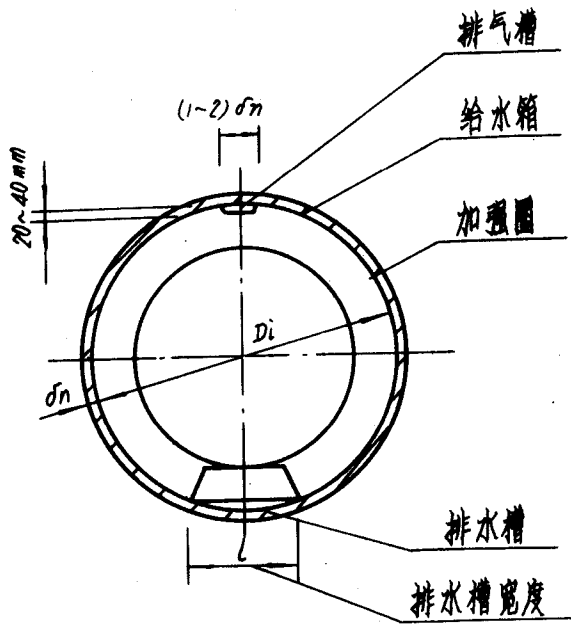


图 2·3·9—1

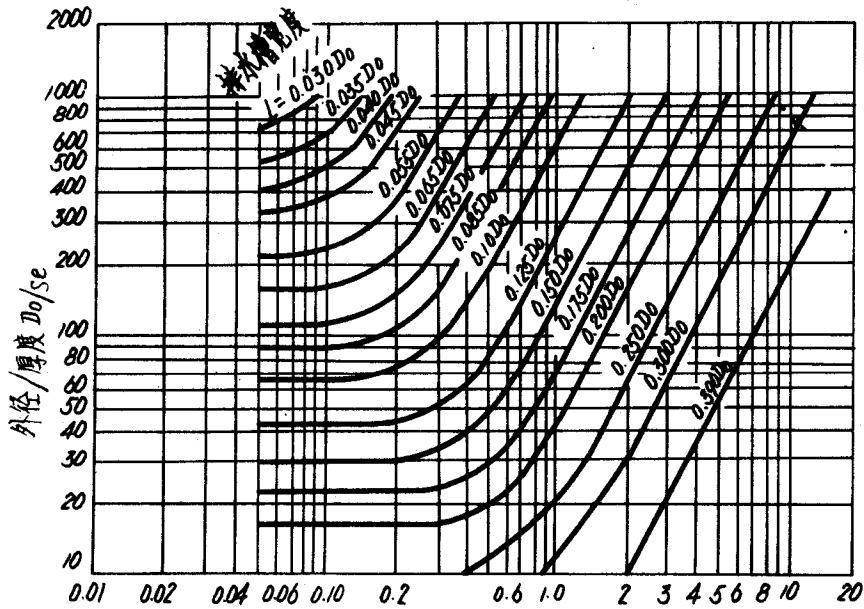


图 2·3·9—2

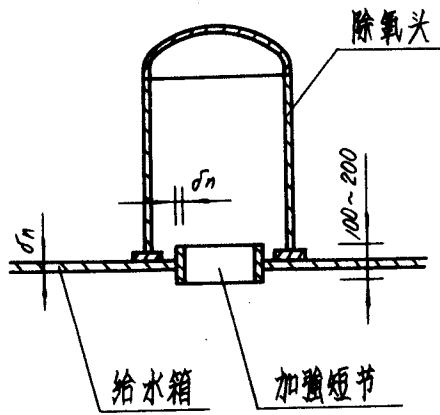


图 2·3·10

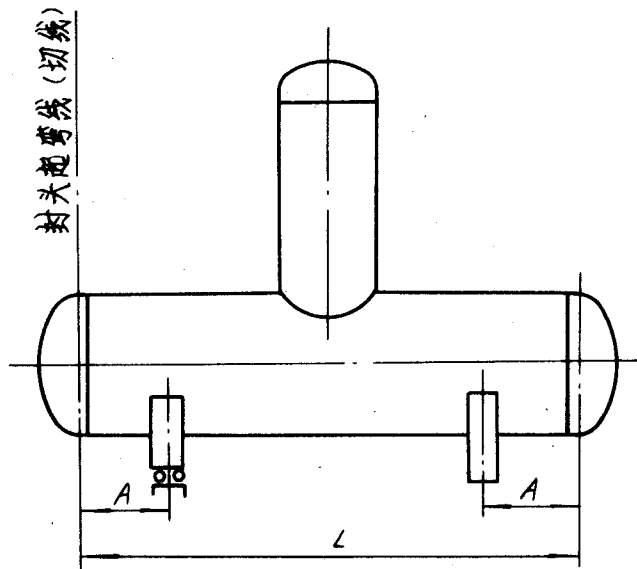


图 2·3·14

滚动鞍座的滚子和底板表面应圆滑和平整，并宜通过表面淬火渗氮等方法提高表面硬度。

第 2·3·15 条 除氧器壳体上开孔的最大直径，应符合下列规定：

1. 圆筒体上：当其内径 $D_1 \leq 1500\text{mm}$ 时，开孔最大直径 $d \leq 1/2D_1$ ，且 $d \leq 500\text{mm}$ ；当其内径 $D_1 > 1500\text{mm}$ 时，开孔最大直径 $d \leq 1/3D_1$ ，且 $d \leq 1000\text{mm}$ 。

2. 椭圆形或球形封头上：开孔最大直径 $d \leq 1/2D_1$ 。

椭圆形封头上开孔的孔边或补强圈的边缘与封头边缘间的投影距离不应小于 0.10 倍的封头内直径。

第 2·3·16 条 除氧器上的开孔宜避开焊缝，开孔边缘与焊缝的距离应大于 3.0 倍的筒体壁厚，且不小于 100mm。若开孔必须通过焊缝时，则开孔中心两侧各不少于 1.50 倍开孔直径范围内的焊缝，应进行 100% 无损探伤。

第 2·3·17 条 除氧器壳体上任意两相邻开孔中心距（对曲面间距以弧长计算）不宜小于两孔平均直径的两倍。当两相邻开孔中心距小于两孔平均直径两倍时应采用联合补强，联合补强的总面积不应小于各孔单独补强所需面积之和，两孔之间的补强面积不少于补强总面积的 50%。当两相邻开孔中心距小于两孔平均直径的 $1\frac{1}{3}$ 倍时，或任何数量以任意方式排列的相邻开孔，均可作为一个假想孔（其直径包括了所有靠近的开孔）进行联合补强，假想孔的直径不得超过第 2·3·15 条规定，所有接管金属不能作为补强金属。

第 2·3·18 条 除氧器上的开孔补强圈材料宜与壳体材料相同，不应选用常温抗拉强度 $\delta_b > 540\text{MPa}$ 的钢板制造补强圈。

若补强圈材料许用应力小于壳体材料许用应力，则补强面积应按壳体材料许用应力与补强圈材料许用应力之比而增加；反之，所需补强面积不得减少。

补强圈厚度不应超过 1.50 倍的壳体壁厚。

第 2·3·19 条 除氧头和给水箱上应分别设置铰链型人孔门，其直径根据检修时拆卸运出壳体外的零件尺寸决定，但不应小于 $D_n 500\text{mm}$ 。

当在给水箱一端仅设置一个人孔门时，在给水箱的另一端应设计一个 $D_n 400\text{mm}$ 的通风孔。

第 2·3·20 条 除氧头和给水箱上应设置供运输安装和检修用的起吊构件。

第 4 节 安 全 阀

第 2·4·1 条 除氧器和稳压联箱上配置的安全阀宜采用全启式弹簧安全阀。

每台除氧器配置的安全阀不少于两只，应分别直接安装在除氧头和给水箱上。

第 2·4·2 条 除氧器的安全阀总排汽量不应小于除氧器的最大进汽量。

对于设计压力低于常用最大抽汽压力的定压运行除氧器，安全阀的总排汽量不应小于除氧器额定进汽量的 2.50 倍。对于设计压力高于常用最大抽汽压力的滑压或定压运行除氧器，安全阀的总排汽量不应小于除氧器的额定进汽量。稳压联箱上的安全阀排汽量不应小于除氧器额定加热蒸汽量。

新安装除氧器的安全阀公称直径不宜小于 $D_n 150\text{mm}$ 。

对于在役除氧器，当外部加热蒸汽系统与第2·2·2条或第2·2·3条不符时，应核算安全阀的总排汽量不小于除氧器在使用高一级抽汽或高压缸排汽时的最大进汽量。当不满足上述要求时，应改进除氧器外部加热蒸汽系统或增加安全阀的容量。

第2·4·3条 安全阀最大排汽量按本规定附录C的方法计算。

第2·4·4条 除氧器和稳压联箱上安全阀的开启压力，宜按下列要求调整和校验：

1. 定压运行除氧器 1.25~1.30 倍除氧器额定工作压力
2. 滑压运行除氧器 1.20~1.25 倍除氧器最高工作压力
3. 稳压联箱 1.25 倍除氧器最高工作压力

安全阀全开时的排放压力不应超过1.10倍的除氧器设计压力。

第2·4·5条 安全阀的排汽管应有足够的排汽能力，安全阀排汽管的通流能力计算应符合《火力发电厂汽管道设计技术规定》附录中的规定。

安全阀排汽管的水平段长度不宜超过4.0倍的安全阀排汽口径。当不符合上述要求时，应选用适当的支吊架型式，来支承安全阀排汽时的反力。

每只安全阀的排汽口宜单独使用一根排汽管。排汽管上不应装设阀门等隔离装置。排汽管的积水部位应装设放水阀。排汽管的排汽口应引向室外，其排汽口宜制成“Y”型或“T”型，排汽口的高度应高出屋面2.50m，排汽口方向应避免排放的蒸汽倒入主厂房。

第5节 压力调节和保护

第2·5·1条 定压运行的除氧器应能通过加热蒸汽压力调节阀实现压力自动调节，并具有高、低压力警报信号。

当除氧器常用加热蒸汽压力降低到不能维持除氧器在额定压力下运行时，应自动开启高一级抽汽的切换蒸汽电动隔离阀。

当除氧器工作压力升高到额定工作压力的1.15倍时，应自动关闭高一级抽汽的切换蒸汽电动隔离阀；当除氧器工作压力升高到额定工作压力的1.20倍时，应自动关闭加热蒸汽压力调节阀前的电动隔离阀。

第2·5·2条 滑压运行除氧器的工作压力随汽轮机抽汽压力变化而变化，当除氧器工作压力向下滑压至下限值时，应自动开启低负荷加热蒸汽压力调节阀。

当除氧器工作压力升高到最高工作压力的1.20倍时，应自动关闭低负荷加热蒸汽压力调节阀及其下游的电动隔离阀（或其它介质控制的隔离阀）（图2·2·3）。

当除氧器在滑压运行阶段中突然失去常用加热蒸汽时，应迅速自动开启低负荷加热蒸汽压力调节阀及其下游电动隔离阀，维持事故时的随机工作压力，减慢除氧器降压速度，避免给水泵汽蚀。

滑压运行除氧器应具有高、低压力警报信号。

第2·5·3条 稳压联箱内的蒸汽压力应能实现自动调节，并具有压力高、低警报信号。

除氧器在滑压运行阶段，稳压联箱处于热备用状态，其蒸汽压力通过稳压联箱入口蒸汽压力调节阀维持在除氧器的额定工作压力。当稳压联箱内的蒸汽压力升高到除氧器最高工作压力的1.15倍时，应自动关闭入口蒸汽压力调节阀及其上游的电动隔离阀。当稳压联