

燕岭加压站改造工程 设备采购招标技术要求

招标设备：卧式单级双吸离心泵组



招标单位：广州市自来水有限公司

2025年5月



目 录

1 概况	4
1.1 工程概况	4
1.2 安装条件	4
2 总则	5
2.1 规范性引用文件	7
2.2 术语	14
2.3 供货范围	14
2.4 专用工具及备品备件供应	17
2.5 铭牌及标签	20
2.6 设备外饰颜色	20
2.7 设备交货地点和时间	21
2.8 包装及运输	21
2.9 质保期及质量保证要求	23
2.10 技术服务要求	25
2.11 技术资料要求	29
3 水泵技术条款	44
3.1 水泵性能要求	44
3.2 水泵制造要求	52
4 电机技术条款	80
4.1 电机性能要求	80
4.2 电机制造要求	90

5 检验及验收	102
5.1 检验、验收程序及标准	102

1 概况

1.1 工程概况

项目名称--燕岭加压站改造工程勘察及初步设计

项目规模--燕岭加压站泵房内现装有 5 台加压泵组，其中直抽泵组 3 台(3#、4#、5#)，抽库泵组 2 台(1#、2#)，原最大加压规模为 5 万 m^3/d 。本次工程将泵站的加压规模扩建至 12 万 m^3/d ，时变化系数 1.6，最大流量按 8000 m^3/h 设计，原有混凝土结构的清水池库容约 1 万 m^3 ，新建不锈钢水箱库容约 3200 m^3 ，改造后加压站的清水池总库容将达到 1.32 万 m^3 。

建设单位--广州市自来水有限公司

设计单位--广州市市政工程设计研究总院有限公司

项目地点--广州市天河区燕岭路

燕岭加压站改造工程设计范围主要包括：拆除现有加压泵房内的 5 台泵组及泵组前后的阀门、管道等设备后，对加压泵房及电控室、投加室进行改造，改造泵组配套的进水管、站内连通管及加压站围墙外的进出站总管，新装不锈钢水箱。按无人值守泵站标准，优化站内工艺流程，改造泵站的工艺设备、电气、自控、智能化、安全防范等配套项目。

1.2 安装条件

本次离心泵设备全部安装在广州市自来水有限公司燕

岭加压站现有加压泵房内。

1.2.1 起重设备

泵房主厂房一座，泵房内安装一台电动单梁起重机，起重量为 3 吨，不能满足水泵、电机的整体吊装要求，需根据中招设备情况拆分吊装。供货商提供的设备上应有托架和吊环等，以保证安装和检修期间设备能平稳、安全地吊运，拆卸要方便。

1.2.2 接入系统及变电站

外电电源等级为 10kV，水泵电机采用 0.4kV 供电，电源引自配电室出线柜。

2 总则

编制本技术要求的目的在于使供货商提供的设备性能要求能满足运行工况的要求，并与其它设备达到成功联动。凡为达到设计目的所需的招标范围内的各项设备、有关备品备件、附件以及相关土建、安装工程条件要求，虽未详细列在技术规范中，仍应包含在设备采购范围内。供货商应在无追加费用的条件下，提供完善的相关图纸、资料及配合工作，高质量的完成整个设备系统供货及服务工作。

本技术要求的条款为水泵需结合电动机共同完成的检测、试验项目。

本技术要求的表示要发包人代表参加见证的项目，在试

验之前 45 天通知发包人。

(1) 本技术要求适用于燕岭加压机改造工程加压机房的卧式中开双吸离心水泵和电动机采购项目的主要技术和相关要求。它包括水泵、电动机及其附件的设计、选型、配套、结构、性能、制造、试验、调试、试运行、培训、技术服务、指导安装、检修和质量保证等各方面的技术要求，其具体内容在以下内容中将 有具体描述。

(2) 本技术要求所提出的是最低限度的技术要求，并未对一切细节作出规定，也未充分引述有关标准和规范的条文。供货商应保证提供符合或优于本技术要求及相关工业标准的优质产品和服务。对国家有关安全、环保等强制性标准及规定，必须满足其要求。

(3) 此次招标为整个泵组招标，水泵及电机厂家必须分别提供直接面向发包人的售后服务承诺书，且由水泵厂家负责协调。

(4) 本技术要求所使用的标准，如遇与供货商所执行的标准发生矛盾时，按较高的标准执行。

(5) 从合同签订之日起至供货商制造之日的这段时期内，如果发生标准、规范或规程变化等情况，供货商应执行新的标准。

(6) 供货商应充分考虑工程特点和现场实际情况，对设备零部件及配件设计进行优化，满足设备安装及吊装要

求。

(7) 供货商如对本技术要求有偏差(无论多少或微小)都必须清楚地表示在本投标文件的“差异表”中。否则发包人将认为供货商完全接受和同意本技术规范的要求。

(8) 水泵及电机的保质期为：36 个月。

(9) 本技术要求为订货合同的附件，与订货合同具有同等效力。

(10) 本技术要求涉及的水泵术语、定义遵循《回转动力泵水力性能验收试验 1 级、2 级和 3 级》(GB/T 3216)的规定。

2.1 规范性引用文件

2.1.1 一般性标准、规范

如果制造国的现行国家标准并不比国际标准化组织 (ISO) 或国际电工委员会 (IEC) 的要求低，并且能够满足 ISO 或 IEC 的相关要求，除非另有规定，否则所有的材料和制造工艺都必须遵守制造国的现行国家标准。

为了便于批准试验或检验结果，可能要求供货商将其所采用的有关标准的复印件及其中英文翻译稿，一起提供给发包人。供货商应该按照要求提供此类资料，以供前期鉴定、评估、试验和检验过程中使用。

无论用于何处，下列缩写的含义为：

- GB—中国国家标准
- GBJ—中国国家工程建设标准
- BJG—中国建设部部颁标准
- HG—中国化学部部颁标准
- JB—中国机械工业部部颁标准
- JC—中国建筑材料总局标准
- JGJ—中国城乡建设和环保部部颁标准
- SDZ—水电部部颁规定
- SLJ—中国水利部部颁标准
- TJ—中国国家建筑委员会标准
- YB—中国冶金部部颁标准
- ZBG—中国材料学行业标准
- CECS—中国工程建设标准化协会
- BS—英国标准化协会颁布的英国标准
- EN—欧洲标准化委员会颁布的欧洲标准
- JIS—日本工业标准
- IP—国际防护等级
- AFBMA—抗磨轴承厂商协会[美]
- AGMA—美国齿轮制造商协会
- AIEE—美国电气工程师协会
- AISC—美国钢结构学会
- AISI—美国钢铁学会

- ANSI—美国国家标准化协会
- API—美国石油协会
- ASA—美国标准协会
- ASTM—美国材料试验协会
- ASME—美国机械工程师协会
- AWS—美国焊接学会
- AWWA—美国自来水厂协会
- DIN—德国工业标准
- HI—水利协会（美国）
- IEC—国际电工委员会
- IEE—（英国）电气工程师协会
- ISO—国际标准化组织
- NEC—美国全国电气规程
- NEMA—美国电气制造者协会
- UL—美国保险商实验所

2.1.2 规范、标准应用

除非在合同中另有明文规定，否则合同所规定的有关设备、装置提供、材料供应、工作履行、工作和材料检验所参照的标准和规范，都应该是中国的标准或规范以及国际标准或规范的现行最新版或最新修改版。

当某标准和规范只适宜于某个国家，或者只与某个特定国家或地区有关时，那么在得到发包人先审阅和批准的前

提下，可以采用确保能够安装衔接和在质量方面相当于或高于该标准或规范的其他权威性标准。

如果合同中所指明的标准和规范与供货商所计划使用的标准和规范有所不同，则供货商应该在 15 天前，书面将有关情况报请发包人。如果供货商所计划使用的标准和规范，不能确保在质量上相当于或高于该标准或规范，则供货商应该使用本合同中所规定的标准或规范。

为了便于对有关标准或规范进行试验或检验，可能要求供货商将其所计划采用的标准和规范的复印件及其中文翻译稿，一起提供给发包人。

2.1.3 技术标准

除本技术要求中另有规定外，供货商提供的设备及材料均应按下列的标准进行设计、制造、检验和安装。所用的标准应是最新版本标准(合同签订时的最新版本)。在设备的说明书或图纸中应注明所采用的标准。

在各章节中如有技术要求或合同文件与下列标准有矛盾的以合同文件为准，标准之间内容有矛盾时，以要求高者为优先采用。

一、设计标准

1) 标准与工艺

允许采用下列标准或相当的标准(所用的标准应是最新版本标准)

名称	缩写
中国国家标准	GB
中国水利电力行业标准	(SL/SD/DL)
中国机械行业标准	(JB)
中国机械电子工业部标准	EB
中国冶金部标准	YB
中国法定单位及国际单位制	
美国材料及试验学会标准	ASTM
美国机械工程师协会标准	ASME
美国国家标准学会标准	ANSI
美国钢结构学会标准	AISC
美国钢铁学会标准	AISI
美国焊接学会标准	AWS
(美国)全国电气规程	NEC
(美国)全国电气制造商协会标准	NEMA
(美国)电气与电子工程师学会标准	IEEE
国际电工委员会标准	IEC
国际标准化组织标准	ISO
日本工业标准	JIS
日本电工委员会标准	JEC

名称	缩写
联合工业委员会标准	JIC
联邦德国标准化学会标准	DIN
联邦德国电气工程师协会标准	VDE
德国工程师协会标准	VDI
美国减磨轴承制造商学会标准	AFBMA
美国铝制品协会标准	AA
美国保险商试验室标准	UL
水力机械铸钢件检验规程	CCH70-3
绝缘电缆工程师协会标准	ICEA
自动工程协会标准	SAE
英国(工业)标准	BS
英国电气工程师协会标准	IEE
美国仪表学会标准	ISA
钢结构油漆委员会标准	SSPC
美国无损检测协会标准	ASNT
(法国)水力机械铸钢件检查规程	CH-70-3
法国标准	AFNOR

图纸和文件均应采用国际度量制 SI 单位和 IEC 规定的符号表示。

如果供货商使用的设计、制造方法、材料及工艺的标准

没有包括在上述所列标准之中，则这些替代的标准应提交发包人审查。只有在供货商已论证了替代的标准相当于或优于上述标准，并且得到发包人的书面同意或认可后方可使用。供货商提供审查的标准有英文版本的应提供英文版本和中文版本，其它非中、英文种的版本应译成中文版本再与原本一起提交发包人审查，且以中文版本为准。

所有螺丝、螺母、螺栓、螺杆和有关管件的螺纹应使用 GB 或是 ISO 标准。

设备制造应采用先进的工艺，以保证各种运行情况下运行可靠。所有部件的结构、尺寸和材料应做到在各种应力下不产生扭曲和过量磨损。

零部件应有良好的互换性和便于维修。

2) 离心泵参考标准

ISO 5198	《离心泵、混流泵和轴流泵 液压性能试验规范 精密级》
GB/T3216	《回转动力泵水力性能验收试验 1 级、2 级和 3 级》 (测量精度为 1 级)
JB/T8687	泵类产品抽样检查标准
GB/T3214	水泵流量的测定方法
GB/T29531	泵的振动测量和评价方法
GB/T 29529	泵的噪音测量和评价方法

GB/T 13384	机电产品包装通用技术条件
GB/T 13006	离心泵、混流泵和轴流泵汽蚀余量标准
GB/T 13007	离心泵效率
GB/T 13401	钢制对焊管件技术规范
GB/T 12459	钢制对焊管件类型与参数
02S403	钢制管件

3) 锻件

锻件材料力学性能试验：式样型式和尺寸按《钢及钢产品力学性能试验取样位置及试样制备》(GB/T 2975)的规定，拉力试验按《金属材料室温拉伸试验方法》(GB/T 228)的规定，硬度试验按《金属材料室温拉伸试验方法》(GB/T 228)的规定。碳素钢锻件的力学性能应符合《优质碳素结构钢》(GB/T 699)的要求。

2.2 术语

本技术要求涉及的水泵术语、定义遵循《回转动力泵水力性能验收试验 1 级、2 级和 3 级》(GB/T 3216)的规定。

2.3 供货范围

单级双吸水平中开式离心泵及配套电机安装在泵房内。
主要设备规格及数量如下表，供货商应满足离心泵的性能参

数合理配备齐每套水泵系统所需的设备。

表 2.3-1 供货范围一览表

序号	物资名称	基本参数	计量单位	数量	备注
1	单级双吸水平中开式卧式离心泵	$Q=2000\text{m}^3/\text{h}$ $H=37\text{m}$	套	4	直抽泵组： 从电机端向泵看，2 台为顺时针方向旋转，2 台为逆时针方向旋转。
	配套变频电机	采用 0.4kV 供电，约为 280kW			
2	单级双吸水平中开式卧式离心泵	$Q=1000\text{m}^3/\text{h}$, $H=63\text{m}$	套	2	抽库泵组： 从电机端向泵看，1 台为顺时针方向旋转，1 台为逆时针方向旋转。
	配套变频电机	采用 0.4kV 供电，约为 250kW			

供货商负责提供 6 台套泵组。每套泵组主要包括下列部件，但不限于此：

一．水泵及其附属设备

(1) 卧式单级双吸中开离心泵

每台套水泵包括：泵壳、叶轮、口环、泵轴、轴承，主轴密封、地脚螺栓、其它所需部件等。

(2) 联轴器：水泵轴与电动机轴联接用的联轴器、以及键、销、联轴器保护罩等部件。

(3) 基础部件：基础埋设件、基础螺栓、调整垫板等。

(4) 水泵运行、监视、测量、保护所需的自动化元件、表计、监测元件、端子箱等。

(5) 必需的其它零部件。

(6) 提供为设备维护、拆卸和重新组装所必需的专用工具、专用设备及配件。

(7) 质保期内的备品备件。

二. 电动机

(1) 0.4kV 卧式三相交流异步电动机及其附属设备

每台套电动机设备包括机座、轴承、定子、转子、出线盒、主轴、顶罩、基础部件及紧固件、电加热器、电动机内部连接线缆及其它所需部件。

(2) 电动机控制、监视、测量、保护及机组运行所需的自动化元件、表计、监测元件、端子箱等。

(3) 电动机内部油、气系统的连接管路及附件、表计等。

(4) 必需的其它零部件。

(5) 质保期内的备品备件。

(6) 提供为设备安装、试验、拆卸和重新组装所需的专用工具、专用设备、配件、特殊安装材料。

表 2.3-2 水泵组供货清单

序号	名称	单位	数量	备注
水泵				
1	卧式单级双吸离心泵	套	6	泵壳、叶轮、口环、泵轴、轴承，主轴密封等
2	联轴器	套	6	水泵轴与电动机轴联接用
3	基础部件	套	6	基础埋设件、基础螺栓、调整垫板

				等
4	轴承测温元件	个	12	PT100 温度传感器，每个轴承 1 个
5	端子箱	个	6	测温、监测元件等接线
6	备品备件	项	1	
7	专用工具、设备及配件	项	1	
电动机				
1	0.4kV 三相交流异步电动机 280kW	套	4	机座、轴承、定子、转子等
2	0.4kV 三相交流异步电动机 250kW	套	2	机座、轴承、定子、转子等
3	基础部件及紧固件	套	6	与电机配套
4	电加热器	套	6	
5	电动机内部连接线缆	套	6	
6	电动机内测温元件	个	48	每台电动机绕组测温元件 6 个，电动机轴承测温元件 2 个
7	端子箱	个	6	
8	接线盒	个	6	测温、加热器等接线
9	备品备件	项	1	
整套泵组				
1	工厂真泵试验、现场试验、技术培训、指导安装、调试等相关服务	项	1	
2	设计图纸、安装/使用说明书、操作/维护手册等资料	项	1	

在上述未曾提到，但确属本设备正常运行所需的相关零部件及其附件和相关服务也应包括在供货范围内。

2.4 专用工具及备品备件供应

2.4.1 专用工具

(1) 随设备提供的专用工具应是全新的，未使用过的，满足设备正常使用需求。

(2) 供货商应提供满足本次招标设备在保证期三年内正常运行的专用工具，并随第一批次交货时提供对应采购设备安装、拆卸和检修维护的专用工器具。并标明各种工具仪器的功能及用途，以便使用时识别。专用工具的费用已包含在设备总报价中。

(3) 供货商按三年的用量列出专用工具的名称、规格、数量、厂家，经发包人同意后，按合同确定的内容供货，如因供货商原因，所列专用工具的数量未能满足三年保证期内正常使用更换的，责任由供货商承担。若在三年内在正常使用状况下需要增补专用工具，供货商应在收到发包人书面通知后 7 天内免费提供到指定地点。

(4) 供货商应保证所有专用工具在国内应有相应厂家供应，便于发包人选购。

(5) 所有专用工具装在木箱或钢制盒里并配有钥匙，并应保证其在正常环境条件下长期存放而不变质。

2.4-1专用工具清单（包括但不限于以下内容）：

序号	名称	品牌规格		数量	厂家	备注
专用工具						
1						由供货商确定
2						

序号	名称	品牌规格		数量	厂家	备注
3						

2.4.2 规定的备品备件

供货商应按下表规定提供备品备件，并分项列出详细清单。其总价计入设备价内，发包人有权在合同中对备品备件的数量做进一步调整。规定的水泵组备品备件见下表：

表2.4-2规定的备品备件

项 目	数量单位	备 注
轴承	各型水泵组各1对	
轴套	各型水泵组各1对	
密封环	各型水泵组各1对	
测温探头	各型水泵和电机各2个	

2.4.3 供货商推荐的备品备件

除了随主设备提供的3年质保期内的备品备件外，供货商在投标时应提供其认为保证期后5年所需的备品备件清单，并分项列出单价，供发包人选择，其价格不包括在水泵组总价内，发包人将根据需要另行订购全部或部分这类备品备件。

所有备品备件应与原设备有互换性，并与原设备采用相同的材料与质量。备品备件应按要求处理并必须与设备的其它部件分开装箱。此外应与设备一起发货，箱上应有明显的标记，以便识别箱内所装的部件。电气线圈和其它精密的电气元件，必须先装在带干燥剂的塑料袋中，或用其它有效方

法防潮后装箱。识别标签随备品一起密封在每个袋内，备品备件的标志应符合要求。

2.5 铭牌及标签

2.5.1 概述

每台主要设备与附属设备均应用不锈钢铭牌。铭牌应字迹清晰，经久耐用。铭牌上应标有制造厂名称、设备出厂日期、编号、型号、额定参数、重量及其它重要数据。所有仪表盘和控制盘(柜)均需配有标志，以表明该盘、柜名称。

铭牌和标志所用的文字为中文，应简明扼要。所有的铭牌和标志均应采用国际公制单位(SI)表示。

2.5.2 标牌与标志

设备应使用指示标牌和标志，包括运行操作与监视、维护与检修标志，运输标志，安全标牌等。标牌与标志均应采用中文印刷体。铭牌和标志的形式将在设计联络会上确定。

2.6 设备外饰颜色

2.6.1 水泵外饰颜色

设备的露空部分外饰颜色统一要求主导的原则是：色泽明快、色调和谐，功能分区显著、警示区域鲜明等。不锈钢设备保持原有的金属色。非露空金属设备、管道等其防腐层颜色不做规定，遵从相应设计文件的要求，水泵颜色具体要

求如下：

名称	序号	主要部件	颜色要求
水泵	1	水泵主体	淡(酞)蓝（国标 PB06）
	2	联轴器	大红（国标 R03）
	3	水泵轴承座	浅黄色（RAL1021）
	4	联轴器罩及支架	大红（国标 RD3）

2.6.2 电机外饰颜色

设备的露空部分外饰颜色统一要求主导的原则是：色泽明快、色调和谐，功能分区显著、警示区域鲜明等。不锈钢设备保持原有的金属色。非露空金属设备、管道等其防腐层颜色不做规定，遵从相应设计文件的要求，电机颜色具体要求如下：

名称	序号	主要部件	颜色要求
电机	1	电机	冰灰色(国标 GY09)

2.7 设备交货地点和时间

设备交货地点：本工程建设工地或指定地点。

设备交货时间：根据合同约定交货时间。

2.8 包装及运输

2.8.1 运抵施工现场

供货商除必须考虑公路运输对大件设备运输尺寸的要求外，还应遵守以下要求：

在设备运送到施工现场后，发包人和供货商双方将对照

原装货清单逐项进行清点校对，并检查是否有损坏和缺件，任何损坏和缺件将由供货商在尽可能短的时间内弥补，且最迟必须在设备安装期前 5 天送至设备施工现场。

2.8.2 包装和保护措施

任何设备应用密封箱装运，以保证设备能经各种途径安全运送到施工工地。不管这些设备是用集装箱、板条箱包装还是根据其自然条件进行局部包装保护，其保护和包装措施必须适宜并保证设备能抵御船运、汽车运输、转运至工地和长期露天存放所必须经历的各种恶劣条件。包装所用材料应符合环保和检疫要求。

设备自发货之日起，在正常的储运条件下，应保证至少一年内不会因包装不善而引起设备锈蚀、降低精度和丢失等。

设备经检验合格，并做好防护和其它有关内包装后，方可进行外包装。

设备包装的技术要求、验收规则、检验方法、箱面标志与随机文件应符合《机电产品包装通用技术条件》(GB/T 13384)。

包装箱外部标志及起吊位置应符合《包装储运图示标志》(GB/T 191)。

2.8.3 设备安装

供货商应给安装承包商提供技术指导以保证机械设备

整齐顺利地安装在基座上或图纸要求的位置上。

2.9 质保期及质量保证要求

2.9.1 概述

供货商应按有关标准所规定的要求完成设备全部零件的选材、加工、制造和装配，严格进行机械的各项试验，经历试运行和保证期的运行实践，以证明设备满足技术规范的要求。钢板和铸件的化学分析和机械性能合格证明，供货商应将所有的试验过程及试验数据保存在工厂档案中，直到全部保证期满，并可应发包人要求加以检查。

2.9.2 质量保证措施

(1) 本货物质量保证期为三年，以设备投入运行正常使用且验收合格后起算。

(2) 保证期内，因正常使用而发生的任何设备故障，供货商免费提供相关零配件及保修服务。

(3) 保证期内，供货商必须保证所提供的货物如发生故障或自身质量原因须抢修，必须在接到发包人提出维修申请的 2 小时内予以答复，24 小时内到现场进行维修，相关的维修必须连续进行，直至故障完全修复为止。如供货商未按时到场维修或到场后不能修复的，发包人有权决定委托他人予以维修，由此发生的费用由供货商承担，供货商不愿承担的，在质量保证金或履约保函中扣除。

(4) 由于产品质量问题需要进行维修的，如果该类维修能够在在线状态下实施的，供货商承诺在 48 小时内完成；如果该类维修不能在 48 小时内完成或不能在在线状态下实施的，供货商承诺无条件免费更换合格的全新设备，并在拆离旧设备前提前将替换的新设备运至发包人指定地点。供货商承诺如果供货商提供的设备在质保期内出现质量问题而需整机更换，且供货商不能提供除招标文件规定的货物所有检验合格报告和验收合格文件以外的证据证明设备质量合格，则供货商承担整机更换产生的一切费用，该项费用至少包括被更换的整机的价格以及两倍于该整机价格的工程施工费用。该项费用供货商承诺在发包人决定更换整机之日起三个工作日内支付。如果供货商拒绝支付，则发包人有权拒绝支付质量保证金，并由供货商承担相应的法律及经济责任。

(5) 在设备寿命期内，供货商必须保证在正确安装、正常操作和保养条件下，设备运行良好。在质量保证期结束前，供货商须与发包人代表对合同项下货物进行全面的检查，对任何缺陷由供货商负责修理，在修理之后，供货商须将缺陷原因、修理的内容、完成修理及恢复正常的时间和日期等情况报告给发包人，报告一式两份。供货商在设备寿命期内，对因设计、工艺、材料的缺陷等质量问题所引发的故障负责。

(6) 供货商无偿提供设备整个寿命周期内的技术咨询
服务，其中咨询内容包括但不限于设备相关备品备件的购买
厂家、市场价及设备维护保养等。

(7) 供货商须提供质保期后 5 年的备品备件清单。

2.9.3 责任

(1) 供货商应负责处理所有试验中暴露的缺陷，直到满
足本规范和相关标准的规定为止，处理缺陷所需的一切费用
由供货商承担，所需时间包含在合同所规定的供货商各项服
务所需时间以内。

(2) 发包人对设计图纸文件等确认及发包人未参加或参
加的任何试验(包括见证试验)，都不能免除供货商充分满足
技术规范要求的责任。

(3) 供货商应对设备制造的缺陷、装配图的错误及安装
指导人员发出的错误指示负全责。

2.10 技术服务要求

2.10.1 培训

设备安装后，供货商应派遣受过良好培训而且经验丰富
的人员，给发包人从事操作和维护设备的员工提供各项必要
的培训，培训费用已包含在设备总报价中。培训前供货商应
制定详细培训计划并提交给业主批准。培训后保证参加培训
人员掌握维护保养的基本知识，熟练掌握设备操作的技能，

能够解决处理设备的一般故障，确保设备正常运行。具体要求如下：

（1）所有培训使用汉语。

（2）培训形式：包括但不限于采用准备好的注释、讲义、讨论会、视听演示进行授课讲解及实际操作示范。

（3）培训地点：燕岭加压机站内

（4）培训涵盖的主要内容应包括但不限于以下内容：

- 健康和安全
- 设备使用基本知识及原理
- 装置和设备的手动操作
- 装置和设备的自动操作
- 正常运行中需要的手动运作
- 调节
- 例行检查、润滑等
- 维护保养
- 装置的隔离、拆卸和更换
- 故障的查找

培训时间

序号	设备类别	培训地点	次数	每次培训时间及人数	备注
1	泵组	燕岭加压机站	1	6 人/次	

2.10.2 安装、调试、技术指导服务

一、概述

(1) 设备安装和现场试验是由其它承包商完成的，供货商应提供至少 1 名工地总代表，协调与发包人以及安装承包商之间的工作。还应提供 1 名或多名胜任的安装指导人员和试验工程师对安装承包商在安装方法，步骤和应注意事项方面进行指导。

(2) 供货商工程师应有 10 年以上相关的工作经验，供货商应负责对合同设备的正确校正、调整、清理、检查和现场试验的指导，以及对合同设备安装质量的监督和说明现场试验有关事项。

(3) 供货商的安装指导人员应负责所有安装工作的正确实施，当发生工作未按他的指示执行时，应立即以书面形式将此情况通知发包人。

(4) 供货商安装指导人员应对合同设备的启动和试运行负责，并且应在商业运行前指导安装人员作最终调整。

(5) 供货商需列出供货商人员技术服务所需的估计人日数以及专业种类。双方应该根据工地施工的实际工作进展，通过协商决定供货商技术人员的准确专业、人员数量、在现场服务的持续时间，以及到达和离开工地的日期。如果安装出现延期，是否需要安装指导人员或试验工程师的服务，则可根据发包人的利益，要求安装指导人员或试验工程师返回本部，或仍然留在工地。

二、任务和责任

(1) 供货商工地总代表应在水泵安装、调试、试运行和技术培训期间在工地现场指导并检验设备安装，监督指导现场试车和调试，此总代表应在合同范围内全面负责技术服务和培训工作，并与发包人工地总代表充分合作与协商，以解决与合同有关的技术和工作问题，双方的工地总代表，未经双方授权，无权变更和修改合同。

(2) 供货商技术人员代表供货商，提供技术服务，有完成按合同规定有关合同设备的组装、安装、调试、验收的任务和责任。

(3) 供货商技术人员应详细地解释技术文件、图纸、运行和维护手册、设备特性、分析方法和有关的注意事项等，以及解答和解决发包人在合同范围内提出的技术问题。

(4) 为保证正确完成在以上提到的工作，供货商技术人员应在合同范围内，给发包人以全面正确的技术服务和必要的示范操作。

(5) 供货商技术人员的技术指导应是正确的，如因错误指导而引起设备和材料的损坏，供货商应负责修复、更换、补充，其费用由供货商承担。

2.10.3 售后服务

(1) 供货商保证所提供的货物如发生故障须抢修，在接到发包人通知时，需做到 2 小时内答复，24 小时内到现场进行处理，直至故障解除满足发包人需求为止。所提供的货

物因质量问题导致发包人损失（不限于水量损失）及被第三方追究责任的，供货商须按设备合同单价 5 倍的金额向发包人支付赔偿金或按实际损失金额支付赔偿。

（2）质量保证期内，供货商应免费提供货物正常使用下的维修及保养服务。在保证期结束前，供货商须与发包人委派的代表对合同项下货物进行全面的检查，对任何缺陷由供货商负责修理，在修理之后，供货商须将缺陷原因、修理的内容、完成修理及恢复正常的时间和日期等情况报告给业主，报告一式两份。

（3）在保证期后的设备使用寿命期内，由供货商负责提供的设备正常运行所需的备品备件，供货商应保证备品备件价格优于当时市场价。

（4）供货商应无偿提供设备整个寿命周期内的技术咨询服务，其中咨询内容包括但不限于设备相关备品备件的购买厂家、市场价及设备维护保养等。

2.11 技术资料要求

2.11.1 工厂图纸

一、概述

本条款包括技术规范各章节中规定的全部工厂图纸、制造文件的编制和提交。

二、工厂图纸的含义

(1) “工厂图纸”包括制造、安装和布置图(含土建指导图和设备外形图)，材料和设备的清单或表格，以及制造厂的标准图、说明书和手册，水泵性能曲线、水泵并联运行性能曲线(包括所有组合工况)，真泵试验资料及所有其它图纸。

(2) “工厂图纸”应表明所有制造或组合项目的实际细节、相邻工序的关系、机械和电气设备有关实际尺寸的设计细节，包括设计变更等。工厂图纸按比例绘制，并完整地标注尺寸，尺寸单位为公制。

(3)按图纸类别分为：外形图、详图、加工图、装配图

外形图 —— 供货商所提交设备的外形图应完整地标出外形尺寸、估算重量、支撑细节 和进行安装时要求厂房结构设计预留的孔洞位置和尺寸。

详图 —— 供货商应提交总装配图、焊接和螺栓联接详图， 这些图应标注所有必需的尺寸、材料的型号和级别、配合公差和间隙、必要的加工精度并附安装指南； 分散装运设备在现场的组装方式；油、水管路的接头位置和尺寸。

(4)工厂图纸图幅应符合 GB 或 ISO 标准，计量单位使用 SI 制。所有大于 A3 的图纸和文件均应折叠成 A3 大小、开列目录并装订成册后提交发包人。

(5)除非发包人批准，图中所有文字，均用英文或中文。

三、工厂图纸的提交时间

合同签署后 30 天，供货商应根据发包人进度要求提供给发包人 4 份全部工厂图纸的提交时间表。对应提交的合同设备的每张图纸应列入清单，并在时间表上适当地标明，该时间表由发包人审查，供货商应对其中指出的任何缺陷进行修改。时间表在所有情况下都有一个按次序提交图纸和资料的完整的计划。时间表需作重要修改时，供货商应及时通知发包人，时间表中应给出修改原因的详细说明。修订稿应按原时间表一样经审查和修改。

四、工厂图纸的提交和审查

技术规范中的技术文件和图纸，应在作为正式技术文件和图纸使用前提提交发包人审查。

(1) 发包人负责对合同设备的一部分重要工厂图纸的审查工作，所有提供给发包人审查的图纸至少 6 份，每份应有清楚的空白处，便于标记和评定。

(2) 发包人审查工厂图纸后，需送回供货商一份附有下列记号之一的图纸。

- A. 无须修正，认可；
- B. 按修正的执行；
- C. 修正并重新提交；
- D. 拒绝。

(3) 当工厂图纸或其它提交文件上做了 B、C 或 D 记号被退回后，供货商应作修改或改正，并于 7 天内按规定重新提

交图纸或其它资料。

(4) 供货商的大部分工厂图纸审查在设计联络会上进行。对工程设计有重大影响或对设备制造有重大关系的少量图纸，发包人在收到工厂图纸后 7 天内审查并回复。若 28 天内未收到回复，供货商有权根据原来的图纸进行制造。

(5) 发包人仅审查产品的设计原则和检查与合同文件规定的资料一致与否。

(6) 当工厂图纸标有“无须修正，认可”而送回供货商时，供货商应在 7 天内，按工艺分类和要求数量提供图纸。

(7) 在提交给发包人前，供货商应检查其供应者的图纸以及自己的图纸。特别是供货商应查清图纸是否满足合同规定和技术规范条款的要求，并应符合所有的结构和尺寸条件。假如工厂图纸与合同文件不同，不管是因为工厂实际标准引起或其它原因，供货商都应在其发送的信件中作专门说明。

(8) 所有提交给发包人审查的工厂图纸应附有由供货商签字的文字说明，说明工厂图纸已被供货商检查，并已按合同图纸的技术条款要求采取适当的措施以适应相邻工序。

(9) 发包人对工厂图纸的审查和签认并不减轻供货商的责任，对于任何性质的错误和疏忽，图纸或说明中的偏差，或由此偏差而可能产生的与其它产品的矛盾均由供货商承担。

(10) 正式图纸的提供：除另有规定，应给发包人提供 8 份图纸；所有提供的图纸必须提供给发包人 2 套用 CAD2016 制图以及 BIM 模型 REVIT 2016 制图的光盘。

(11) 制造厂的文献、计算书、说明书、样本及其它有关文件应提供 4 份副本或复印件给发包人。

(12) 供货商应提供一整套符合现场情况，最终定型的结构和设备的永久性图纸。供货商还应提供机组部件设计计算书的复印件 1 套。上述永久性图纸应包括提交审查的所有图纸和用户要求提供的用于维修和部件更换的图纸。除上述规定外，还应为发包人提供 6 本装订成册的图册，图幅缩成 $297 \times 420\text{mm}$ ，所有供货商图纸应有标明图纸张数和内容的目录。

(13) 工厂图纸、计算书、说明书、样本摘要或其它印刷材料，每份都要以本工程名称命名，并列出特殊的章、节、条款，或“产品”的参数及合同文件标记，所有与厂家标准文献和样本摘要无关的资料和数据应删除。

(14) 供货商按本节规定所提供的图纸和资料的费用应包括在投标总报价中。供货商提供的图纸和资料，应先以电子邮件方式传递发包人，但以发包人签收的日期为准。供货商提供的图纸资料按规定的份数寄往下列单位：

广州市自来水有限公司

中国广州市中山一路 12 号 邮政编码： 510600

2.11.2 安装、运行和维护说明书

一、概述

本节内容包括由供货商所供的全部设备的安装、运行及维护说明书的编制。说明书应在发货前一个月提交给发包人 2 份。提交 8 套完整说明书和相应图纸的复制件的装订本，及 2 套同样内容经缩影的复制件及光盘 2 套。

二、说明书

(1) 安装说明书

供货商应向发包人提供 8 套设备安装的详尽说明书，以及表示安装顺序的相应图纸的缩影复制件。该说明书和图纸应包括对于设备主要部件的搬运和起吊，包括重量、组装公差和安装期间应遵守的特殊注意事项等方面的资料。

(2) 运行和维护说明书

供货商应提供 8 套详尽的运行和维护说明书，该说明书应包括相应图纸的缩影复制件、相应的部件一览表、所提供的全部设备的样本。还应提交对于运行、维护、修理，拆卸或组装，以及为了鉴别和修理部件以订购替换件时所需要或有用的说明。该运行说明应包括泵房整个流量调节范围内，水泵各种工况并联运行完整的水泵性能曲线。供货商提供的运行和维护说明书细则应是一份完整的和清晰的文本，供发包人使用。在说明书细则里使用的术语和符号应与供货商图纸上的完全相同。运行和维护说明书应清楚地说明提供的设

备的特性和操作，应包括所有需要的水位、流量、压力设定值和所有辅助保护装置的整定。应提供寻找故障图表、维修时间表、润滑用图以及拆卸、重新组装和调整的步骤。说明书内容包括：

- 1) 水泵和电动机主要特性、参考图纸；
- 2) 水泵和电动机部件的描述；
- 3) 运行和维护说明/规程；
- 4) 装卸所需的起吊设备、扳手和工具的使用说明；
- 5) 图纸、手册、产品样本和出版物；
- 6) 水泵和电动机操作图；
- 7) 调试：现场调试说明书、调试报告；
- 8) 备品备件清单；
- 9) 专用工具清单。

三、说明书的编制

(1) 说明书应由扉页、目录，插页和资料组成。资料包括概述、安装、运行、保养、

故障检修、大修、部件清单和推荐的备品备件清单以及附录。

(2) 扉页应包括设备的名称和功能、制造商的标志号以及发包人的规范编号和标题。

(3) 目录应列出说明书的所有章、节标题，带有每章、节开始的页码和所包括的图纸清单。

(4) 插页应是说明书所描述的设备的识别插图。

(5) 叙述的资料应由图纸、图表以及设备的外形及包括主要总装件和组装件功能的描述。

(6) 安装资料应包括初始安装和大修后安装的预检查、安装、校准及运行准备。

(7) 运行资料应包括启动、运行、停止和事故等所要求的分步操作程序。还应包括操作规程和运行限制范围。

(8) 维护资料应包括供设备正确运行检查，清理、润滑、调整、修理、大修、拆卸和设备的重新装配的分步程序。还应包括维护工具清单。

(9) 故障维修说明书，包括处理办法。

(10) 整体部件的清单和推荐的备件清单上，应提供所有必需的资料，包括识别部件用的部件编号和标号一览表；从其它制造商处得到的部件或组件，应标上制造商的名字及部件标号、部件尺寸、重量或其它特性。

(11) 储运资料应包括设备卸货、运输图、保管储存要求及有关说明。

(12) 附录应包括安全保护措施。

四、语言

除非发包人批准，图纸、产品样本、技术规范、使用说明书和部件表等均采用中文。

2.11.3 水泵图纸和资料

一、概述

合同签署后，供货商应提交的图纸资料，应在正式技术文件和图纸使用前提交发包人审查，所提供发包人审查的技术文件和图纸至少 6 份。在工厂图纸的提交和审查阶段，合同签订后提交正式图纸阶段及最终设计图纸资料提交阶段均需要提交文字、图纸、BIM 模型等纸质和电子资料。

供货商按交图进度要求提交的图纸资料如不按期提交，将根据商务部分有关条款执行。除所列内容外，供货商应补充认为需增加的，并列入供图计划中。所有的图纸资料，除非特别说明外，一律按一式 8 份提供，并附图提交。提交提交设计图纸及资料，必须同时提供包含这些文件的光盘。其中的文档格式是 Word2007 版或以上兼容格式；图纸必须是通用的 CAD 软件版本和 BIM 模型 REVIT 2016 版本图或以上版本光盘，并提供相应的三维模型(obj、json、dae、gltf、stl、ply 类型文件的一种或多种)。

二、外形图及土建指导图

图纸资料主要包括水泵外形图及与土建设计有关联的其它图纸， 必须在合同签署后 30 天内提供。图纸资料清单见表 2.11-1。

三、详细设计图纸资料

水泵详细结构设计图纸必须在合同签署后 120 天内提供。图纸资料清单见表 2.11-2。

四、其它技术资料

水泵的其它技术资料清单见表 2.11-2。

五、最终设计图纸资料

设备最终情况的所有图纸资料，包括之前已提供不需修改的、已提供但后来作了修正的图纸资料以及按工序之前确实无法提供的图纸资料。最终设计图纸资料必须在合同签署后 180 天内提供，共 8 份。

提交最终设计图纸资料时必须同时提供包含这些文件的光盘，其中的图纸必须是通用的 CAD 软件版本。

六、安装及运行维护说明书

包括说明水泵吊运、安装、调试、检修拆装顺序的安装说明书，以及水泵运行维护说明书，必须随机附带，每台 1 套。

提交该批资料时必须同时提供其电子版本，且必须由通用的软件编制。

七、试验资料

1) 真泵试验资料

(1) 试验台资料

合同签署后 15 天提供，资料中应包括试验台设备说明，试验台设备布置，计量设备的量测精度及标定，有资质的计量单位对试验台测试仪表精度鉴定证书复印件。

(2) 真泵试验大纲

真泵试验前 45 天

(3) 真泵试验报告 真泵试验结束后 14 天内

2) 工厂检验资料

(1) 工厂检验大纲 工厂检验前 45 天

2) 工厂检验报告 工厂检验结束后 14 天内

3) 出厂验收资料

出厂验收报告、产品合格证 随机附带

表 2.11-1 供货商应提供的水泵外形图及土建指导图(不限于此)

序号	图纸名称	提供时间 (合同签订后 天数)	份 数
1	☆水泵和电动机机组总体布置图: 包括主要外形尺寸、配合尺寸、高程	30	8
2	☆水泵平面、剖面图	30	8
3	☆提供水泵对厂房土建结构设计所需的荷载资料, 说明力的 大小和方向及示意图	30	8
4	☆主要部件运输简图(包括部件尺寸、重量、重心位置)	30	8
5	☆水泵及主要部件安装吊运示意图(包括重量、重心和 外形尺寸)	30	8
6	☆水泵安装基础及埋件图(包括基础部件尺寸、埋件尺寸、 固定和调整位置方式、二期混凝土尺寸)	30	8
7	☆供货商认为与泵房设计, 包括土建设计有关联的其它图纸	30	8
8	水泵轴承对润滑脂的要求	30	8
9	水泵轴封对润滑水水量、水压、水质的要求	投标时提供	8

表 2.11-2 供货商应提供的水泵详细结构设计图纸和资料(不限于此)

序号	图纸名称	提供时间 (合同签 订后天数)	份 数
1	水泵技术资料: 包括水泵详细参数; 水泵的扬程、轴功率、 效率、有效吸入高度之间的关系曲线等。	120	8
2	水泵设计说明书	120	8
3	铭牌标志	120	8
4	水泵及其附属设备的设计、制造、检验、验收的技术标准	120	8
5	备品备件清单	随机附带	1/台
6	专用工具清单	随机附带	1/台
7	水泵工厂检验报告	检验结束后 14 天	8

8	真泵最终验收试验报告	试验结束后 14 天	8
9	出厂验收报告、产品合格证	随机附带	1/台
10	水泵安装、使用和维护说明书	随机附带	1/台
11	非标准件的结构设计图	120	8

2.11.4 资料和图纸

一、概述

合同签署后，供货商应提交的图纸资料，应在正式技术文件和图纸使用前提交发包人审查，所提供给人审查的技术文件和图纸至少 6 份。在工厂图纸的提交和审查阶段，合同签订后提交正式图纸阶段及最终设计图纸资料提交阶段均需要提交文字、图纸、BIM 模型等纸质和电子资料。

供货商按交图进度要求提交的图纸资料如不按期提交，将根据商务部分有关条款执行。除所列内容外，供货商应补充认为需增加的，并列入供图计划中。所有的图纸资料，除非特别说明外，一律按一式 8 份提供，并附图提交。提交设计图纸及资料，必须同时提供包含这些文件的光盘。其中的文档格式是 Word2007 版或以上兼容格式；图纸必须是通用的 CAD 软件版本和 BIM 模型 REVIT 2016 版本图或以上版本光盘，并提供相应的三维模型(obj、json、dae、gltf、stl、ply 类型文件的一种或多种)。

二、外形图及土建指导图

图纸资料清单见表 2.11-3。

三、详细设计图纸资料

图纸资料清单见表 2.11-4。

四、其它技术资料

其它技术资料清单见表 2.11-4。

五、最终设计图纸资料

设备最终情况的所有图纸资料，包括之前已提供不需修改的、及已提供但后来作了修正的图纸资料，以及按工序之前确实无法提供的图纸资料。最终设计图纸资料必须在合同签署后 180 天内提供，共 8 份。

提交最终设计图纸资料时必须同时提供包含这些文件的光盘，其中的图纸必须是通用的 CAD 软件版本。

六、安装及运行维护说明书

包括说明电动机吊运、安装、调试、检修拆装顺序的安装说明书，以及电动机运行维护说明书，必须随机附带，每台 1 套。

提交该批资料时必须同时提供其电子版本，且必须由通用的软件编制。

七、资料

试验资料应包括试验大纲、试验计划、试验报告、产品合格证等。其中试验大纲和试验计划在合同签署后 120 天提供，试验报告和产品合格证在设备装运前 30 天提供。

表 2.11-3 供货商应提供的电动机外形图及土建指导图 and 资料(不限于此)

序号	图纸名称	提供时间 (合同签订后天数)	份数
1	☆电动机总体布置平、剖面图	30	8
2	☆电动机主要部件吊装图(应标明最大起吊尺寸和重量)	30	8
3	☆电动机最大运输尺寸和重量	30	8
4	☆定子机座和转子主要部件的外形尺寸图	30	8
5	☆电动机安装基础及埋件图(包括基础部件尺寸、埋件尺寸、固定和调整位置方式、二期混凝土尺寸)	30	8
6	☆提供电动机对厂房土建结构设计所需的荷载 资料,说明力的大小和方向及示意图	30	8
7	☆供货商认为与泵房设计, 包括土建设计有关的其它图纸	30	8
8	电动机轴承对润滑脂的要求	30	8

表 2.11-4 供货商应提供的电动机详细图纸和资料(不限于此)

序号	图纸名称	提供时间（合同签订后天数）	份数
1	电动机基础件图和荷载图	120	8
2	电动机主引出线和中性点引出线详图	120	8
3	电动机油、气、水系统图	120	8
4	电动机总装图	120	8
5	定子装配图	120	8
6	转子装配图	120	8
7	定子铁芯装配图	120	8
8	定子绕组接线图	120	8
9	电动机辅助接线图	120	8
10	开、停机程序框图	120	8
11	测温元件配置图	120	8
12	电动机电气端子箱布置图	120	8
13	其他技术资料	120	8
14	电动机详细参数及设计说明，电动机的特性曲线，电动机总体和各部件的详细描述和说明等	120	8
15	电动机电磁、机械强度、轴承、冷却、噪音等设计计算成果	120	8
16	电动机运行自动化说明	120	8
17	工厂装配和试验项目、内容及说明	120	8
18	电动机设计说明书	120	8
19	铭牌标志	120	8
20	电动机及其附属设备的设计、制造、检验、验收的技术标准	120	8
21	备品备件清单	随机附带	8
22	专用工具清单	随机附带	8

23	电动机工厂检验报告	随机附带	1/台
24	非标准件的结构设计图	120	8

3 水泵技术条款

本节对 6 台卧式单级双吸卧式离心泵及其附属设备的设计、制造、试验、试运行和安装指导服务等作出规定，供货商除应遵守本节的技术条款外，还应遵守第 2 章中的各项技术要求，并对水泵的全部技术要求负责。本节技术规范对设备的性能要求与其它章节有矛盾时以本节为准。

3.1 水泵性能要求

3.1.1 水泵型式和运行条件

一、水泵型式

(1) 水泵型式为卧式单级双吸离心泵，泵壳为水平中开式。配套卧式交流异步电动机，水泵与电动机采用联轴器直联传动方式。

(2) 水泵的部件设计应便于维修、安装和拆卸，并满足运输条件要求，所有需要吊运的设备和部件要设置吊环螺栓孔、吊耳等。

(3) 真泵的性能应与投标时承诺的水泵性能一致。

(4) 旋转方向：详见供货范围表。

(5) 供货商的设计、制造、供货必须满足招标文件的全部要求并与其它设备相协调。

二、水泵布置及运行条件

- (1) 厂房主要设备布置和尺寸见招标图。
- (2) 水泵吸水口中心高程详见设计图纸。
- (3) 泵房现场条件见本规范第 1.2 款。
- (4) 泵组全年连续运行。

3.1.2 水泵的主要参数和性能

一、设计值

(1) 叶轮直径

水泵叶轮的标称直径由各供货商确定。

(2) 转速

4 台大泵（用于直抽）额定转速不大于 990r/min，2 台小泵（用于抽库）额定转速不大于 1480r/min（转速仅供参考，供货商应根据自身产品的实际情况调整）。

※(3) 水泵工作扬程和流量

大泵的单泵流量 2000m³/h，扬程范围 39.6～33.0m

表 3.1-1 大泵扬程和流量表

	水泵（4 台）				
单泵流量 Q(m³/h)	1700	1850	2000（额定）	2150	2300
扬程 H(m)	39.6	38.5	37.0	35.0	33.0
效率 η（%）≥	86.0	87.3	88.5	87.0	85.5

小泵的单泵流量 1000m³/h，扬程范围 68.3～57m

表 3.1-2 小泵扬程和流量表

	水泵（2台）				
单泵流量 $Q(m^3/h)$	800	900	1000（额定）	1100	1200
扬程 $H(m)$	68.3	65.8	63.0	60.0	57.0
效率 $\eta(\%) \geq$	81.0	83.0	83.3	82.6	82.0

说明：

水泵应具有较高运行效率，大泵额定点效率 $\eta \geq 88.5\%$ ，小泵额定点效率 $\eta \geq 83.3\%$ 。

水泵在最大和最小流量的整个运行区域内，水泵应在满足安装条件下运行时，不得产生汽蚀。

流量 Q 变化幅度 $\pm 5\%$ 。

投标时，供货商需结合发包人提供的泵房布置图纸，提供水泵并联曲线（包括流量、扬程、效率、功率等参数的并联曲线）。

（4）水泵应具有宽广的高效率区及获得较高的加权平均效率。大泵的加权平均效率 η_{pave} 应不低于 87.41% ，小泵的加权平均效率 η_{pave} 应不低于 82.74% ，其数值按下式计算：

$$\eta_{pave} = \sum_{j=1}^n \frac{w_j \eta_j}{100} \quad (\%)$$

式中 w_j 为加权平均因子， η_j 为扬程 H_j 条件下的实泵效率

$$\sum_{j=1}^n w_j = 100$$

表 3.1-2 大泵的加权平均效率计算表

	加权平均效率 η_{pave}					
H_j (m)	39.6	38.5	37	35	33	$\eta_{pave} = (\eta_1 \cdot 10 + \eta_2 \cdot 20 + \eta_3 \cdot 40 + \eta_4 \cdot 20 + \eta_5 \cdot 10) / 100$
η_j (%)	η_1	η_2	η_3	η_4	η_5	
W_j	10	20	40	20	10	

表 3.1-3 小泵的加权平均效率计算表

	加权平均效率 η_{pave}					
H_j (m)	68.3	65.8	63	60	57	$\eta_{pave} = (\eta_1 \cdot 10 + \eta_2 \cdot 20 + \eta_3 \cdot 40 + \eta_4 \cdot 20 + \eta_5 \cdot 10) / 100$
η_j (%)	η_1	η_2	η_3	η_4	η_5	
W_j	10	20	40	20	10	

供货商要在投标文件的技术响应内容中提供：

- a、效率保证表和计算出加权平均效率 η_{pave} 值
- b、水泵在前期和后期使用时的性能曲线，绘制相对于流量的下列特征：应包括效率计算表 3.1-2 及 3.1-3 中所有规定的工作点的 Q-H、Q- η 、Q-（NPSH）_r、Q-N 性能曲线。

（5）配套电动机功率

水泵 Q-H 运行曲线上的泵最大轴功率，应在配套电机允许运行范围之内。

（6）泵组最大起吊部件重量

上述水泵组最大起吊部件的重量应低于起重机的最大

起吊重量，即均要求低于 3 吨。

(7) 泵组最大外形尺寸

水泵的外形尺寸决定泵房的土建尺寸，泵的供货商，必须提供符合所供水泵及配带电机的外形安装尺寸，从而保证安装条件满足规范要求。所提供的水泵与电机的总装配长度必须符合下列要求，即水泵与电机的总装配长度不大于：大泵与电机：3.7m；小泵与电机：3.2m

二、泵组的主要参数

表 3.1-4 大泵的主要参数（须按施工图核定）

	项目	单位	参数	备注
水 泵	水泵型式		单级双吸卧式离心泵	
	装机台数	台	4	4 台变频
	单泵设计流量	m ³ /h	2000	
	设计扬程	m	37	
	叶轮直径	mm		供货商选定
	额定转速	r/min	不大于 990	暂定，由供货商确定
	设计效率	%	≥88.5	额定工况下
	必需汽蚀余量 [NPSH] _r	m	≤6	水泵设计运行范围内汽蚀余量低于此数值
	水泵最大轴功率	kW		由供货商确定
	泵组旋转方向	从电机端向泵看，2 台为顺时针方向旋转，2 台为逆时针方向旋转		
电 动 机	电动机型式		卧式交流异步电动机	独立风扇冷却
	额定功率	kW	280	为水泵最大轴功率的 1.1 倍
	额定效率	%	不低于《电动机能效限定值及能效等级》（GB 18613-2020）规定二级能效标准	96.6%，按最终确定的水泵配套电机功率及级数（转速）所对应规范的电动机能效标准值
	额定转速	r/min	不大于 990	4 台变频

	额定电压	kV	380	
--	------	----	-----	--

表 3.1-5 小泵的主要参数（须按施工图核定）

项目	单位	参数	备注
水泵	水泵型式	单级双吸卧式离心泵	
	装机台数	2	2 台变频
	单泵设计流量	m ³ /h	1000
	设计扬程	m	63
	叶轮直径	mm	供货商选定
	额定转速	r/min	不大于 1480
	设计效率	%	≥83.3
	必需汽蚀余量 [NPSH] _r	m	≤5.5
	水泵最大轴功率	kW	由供货商确定
	泵组旋转方向	从电机端向泵看，1 台为顺时针方向旋转，1 台为逆时针方向旋转	
电动机	电动机型式	卧式交流异步电动机	独立风扇冷却
	额定功率	kW	250
	额定效率	%	不低于《电动机能效限定值及能效等级》（GB 18613-2020）规定二级能效标准
	额定转速	r/min	不大于 1480
	额定电压	kV	380

三、性能

(1) 供货商提供的水泵及其附属设备应满足本规范第 3 章的性能要求。如果供货商提供的设备在实际运行中不能满足性能要求，将根据商务部分有关规定处理。

(2) 供货商提供的水泵及其附属设备应在本规范所规定

的条件下安全稳定地运行，并能满足可能出现的最高压力以及最大反向转速下运行 2min 而不会产生有害振动、变形。

(3) 效率保证

水泵应具有较宽的高效区。效率保证值在真泵验收中验证，验收标准按《回转动力泵 水力性能验收试验 1 级和 2 级》（GB/T3216—2016）的 1 级标准执行。

(4) 必须汽蚀余量[NPSH]_r

必须汽蚀余量[NPSH]_r 必须满足泵组性能参数表中的要求。供货商所提供水泵在后期使用时，泵房供水压力降低的情况下，供货商应提供水泵在后期使用时的改造方案以满足泵站供水运行需要及水泵汽蚀余量要求。

(5) 汽蚀损坏量保证

供货商应在下述规定的汽蚀保证期和运行条件下对汽蚀损坏量作出保证。

1) 汽蚀保证期及运行条件：

从水泵正式投入运行之日算起，汽蚀损坏的保证期为 3 年。

2) 汽蚀损坏保证

在上述保证运行条件下，汽蚀损坏保证应同时满足：

①水泵叶轮及过流部件因汽蚀作用允许金属失重量不超过 1.6kg，其中叶轮最大允许金属失重量应不超过 0.8kg；

②叶轮及过流部件任何汽蚀面积上允许最大剥落深度

不应超过 2mm(从母材的原始表面量起)；

不符合上述标准中任何一条将被认为不满足汽蚀保证。

汽蚀损坏量的测定和计算按 IEC609 标准规定方法进行。

(6) 汽蚀损坏的修补

1) 如汽蚀损坏量超过保证值，供货商应无偿地进行修补修复并经初步验收合格后重新计算汽蚀保证期，修补后汽蚀损坏量仍超过保证值应按商务部分有关违约规定处理。

2) 供货商对汽蚀损坏部位的修复必须用与母材能良好焊接的不锈钢焊条进行补焊，并打磨成与相邻未损坏部位相同的光滑表面。如因型线不良或部件质量不好造成过度汽蚀损坏，供货商应负责改善，以防止再发生过度汽蚀损坏。因修复而发生的费用(含材料、人工、电力、设备、企业管理费)由供货商负责，所需材料(如焊条和所需更换的零件等)由供货商提供。

(7) 性能曲线

供货商应提供水泵全特性曲线供发包人进行泵房及输水系统过渡过程分析计算。

(8) 运行稳定性和噪声

1) 水泵应能在泵房运行扬程、流量范围内连续安全稳定运行，并且在最不利运行工况下泵壳、主轴和轴承不出现有害振动。

2) 稳定运行的指标包括出水口压力脉动值、泵壳体垂直

振动值及主轴的摆度。泵出口压力脉动值(双振幅 ΔH)：在运行流量扬程范围内 $\Delta H/H$ 不大于 4%；泵壳体垂直振动不大于 0.05mm(双振幅 ΔH)；在正常工况时水泵轴承处主轴的摆度不大于 0.25mm；

3) 供货商应采取有效措施，防止供货设备的运行引起水力共振。

4) 噪音：水泵在运行范围内，正常运行情况下，距水泵基础 1m 处噪声不超过国标要求。

(9) 漏水量：要求泵轴密封性能良好，在最大扬程下，泵轴密封处的漏水量不超过有关规范规定的标准。

(10) 水泵的大修间隔时间：水泵大修间隔不少于 6 年，利用率大于 99.4%，平均无故障工作时间 (MTBF) 应不少于 30000 小时，供货商应保证水泵工作年限不少于 30 年。

3.2 水泵制造要求

3.2.1 材料

一、概述

设备、部件制造中所用的材料必须是新的、优质产品，并且无缺陷、无损伤。其种类、成份、物理性能应与已投产运行考验过的质量优良的相应设备所用的材料类同。材料的规格包括牌号和等级应符合相应的标准或与之等效。若主要部件供货商采用代用材料，其性能要相当于或优于本合

同所列材料。本合同没有列举的材料， 供货商应给出材料的详细说明(包括类别、牌号和等级)、所符合的标准和规范。

材料的详细标准，包括类别、牌号和等级，均应标示在供货商提供审查的详图上。

二、材料

允许采用下列标准(不限于此)的材料或相当的材料(所用的标准应是最新版本标准)：

- (1)GB/T9439 灰铁铸件
- (2)GB/T12227 通用阀门、球墨铸铁件技术条件
- (3)GB/T11352 般工程用铸造碳钢件
- (4)GB/T699 优质碳素结构钢
- (5)GB/T700 碳素结构钢
- (6)GB/T718 铸造用生铁
- (7)GB/T1176 铸造铜及铜合金合金技术条件
- (8)JB/T5943 工程机械焊接件通用技术条件
- (9)GB/T984 堆焊焊条
- (10)GB/T983 不锈钢焊条
- (11)GB/T5118 低合金钢焊条
- (12)GB/T5117 碳钢焊条
- (13)GB/T4237 不锈热轧钢板和钢带
- (14)GB/T1591 低合金高强度结构钢
- (15)GB/T14975 结构用不锈钢无缝钢管

- (16)GB/T14976 流体输送用不锈钢无缝钢管
- (17)GB/T3091 低压流体输送用焊接钢管
- (18)GB/T13793 直缝电焊钢管
- (19)GB/T2900.5 电工名词术语电气绝缘材料
- (20)ASTMA27 “普通低、中强度碳素钢铸钢技术规范” Grade65-35, 70-36, 70-40
- (21)ASTMA36 “结构钢技术规范”
- (22)ASTMA48 “灰口铸铁技术规范”
- (23)ASTMA53 “供焊接的无缝热浸镀锌钢管标准规范”
- (24)ASTMA120 “一般黑色与热浸镀锌焊接钢管及无缝钢管规格”
- (25)ASTMA148 “结构用高强度用铸钢规范” Grade80-50
- (26)ASTMA167 “铬镍不锈钢耐热钢板、带、丝规范”
- (27)ASTMA176 “铬不锈钢耐热钢板、带、丝技术规范”
- (28)ASTMA181 “一般管道用碳素钢锻件技术规范” Class60-70
- (29)ASTMA194 “高压高温用碳素钢，合金钢螺母，螺栓技术规范”
- (30)ASTMA216 “高温部件用可焊接碳素钢铸钢技术规范” GradeWCD, WCC
- (31)ASTMA217 “高温压力容器部件用的不锈钢铸钢件，

马氏体不锈钢体和合金钢件技术规范” GradeWC4WC5

(32)ASTMA240 “压力容器用耐热铬，铬镍不锈钢板、带和卷材技术规范” Type304、405、410

(33)ASTMA276 “不锈钢耐热钢棒、型材”

(34)ASTMA283 “低、中抗拉强度碳素结构钢板技术规范”

(35)ASTMA285 “压力容器用中低强度碳素钢板技术规范”

(36)ASTMA296 “一般用耐腐蚀的铁铬、铁铬镍及镍基合金铸件规格”

(37)ASTMA312 “无缝钢管和奥氏体不锈钢焊接钢管技术规范”

(38)ASTMA320 “低温用螺栓材料合金钢技术规范”

(39)ASTMA345 “压延电气钢规范”

(40)ASTMA516 “中低温压力容器碳素钢板技术规范”

(41)ASTMA517 “压力容器用高强度淬火和回火合金钢板” GradeF

(42)ASTMA537 “压力容器钢板材、热处理、碳—锰—矽钢技术规范” Class1.2

(43)ASTMA576 “热锻碳素钢技术规范”

(44)ASTMA582 “高速切削，热轧和冷轧，不锈钢和耐热圆钢技术规范” Grade303，416

(45)ASTMA633 “标准高强度，低合金结构钢技术规范” GradeD

(46)ASTMA668 “一般工业碳素钢和合金锻件技术规范” ClassD 或更高级

(47)ASTMA711 “锻造用碳素钢，合金钢的钢锭、钢坯、板坯技术规范”

(48)ASTMA743 “一般用途抗腐蚀铬钢，铬镍钢，含镍合金钢技术规范” GradeCA-6NM

(49)ASTMB21 “船用黄铜杆、棒和型材技术规范” 合金 N_o464

(50)ASTMB22 “梁与转台用青铜铸件技术规范” 合金 C86300

(51)ASTMB23 “巴氏合金技术规范” 合金 3

(52)ASTMB42 “无缝铜管技术规范、标准尺寸”

(53)ASTMB43 “无缝红铜管技术规范、标准尺寸”

(54)ASTMB88 “铜无缝水管技术规范” TypeK

(55)ASTMB127 “镍-铜合金板、带、丝规范”

(56)ASTMB140 “铜—锌—铅(含铅低锌红铜构件)杆、棒和型材技术规范”

(57)ASTMB143 “一般用途铜合金和砂型铸件规范” 铜合金 UNSN_oC90300, C92300

(58)ASTMB144 “高铅-锡青铜沙型铸件技术规范” 合金

932 和合金 937。

(59)ASTMB148 “铝青铜铸件技术规范” 合金 C95300

(60)ASTMB584 “一般用途铜合金和砂型件规范” 铜合金 UNSN₂C93200, C93700

(61)ASTMB16.5 “钢管法兰和法兰连接件”

(62)ASTMC80.1 “镀锌刚性电线管技术规范”

(63)ASTB23 巴氏合金技术规范

3.2.2 材料试验

一、概述

用于设备和部件的所有材料都应经过试验，试验应根据 GB、ASTM 或其它机构(若有特别要求)规定的试验方法。用于主要部件的材料试验应有详细的文字记录，发包人保留随时对该资料进行检查并对材料进行抽样试验的权利。

如发现材料不符合规定的标准，发包人有权要求供货商再次在现场进行材料试验，如果合格，供货商向发包人提供检验合格报告；如材料不符合规定的标准，发包人有权退货。由此发生的一切费用，均由供货商负责，并按商务部分的有关规定处理。

二、一般性化验和试验

供货商应对主要部件的材料进行化学成分化验，对材料的抗拉强度、屈服强度、弯曲及延伸率进行试验，同时还应对主轴、联轴用的特制连接螺栓、键、销等材料进行剪切试

验。 试验按 GB 或 ASTM 的有关规定进行，将试验结果写入材料试验报告中。

三、试验报告

在材料试验完成后，45 天之内给发包人提出一式 4 份合格的材料试验报告。试验报告应标明使用该材料的部件名称，材料的化学成分和机械性能，并包括所有必需的资料，以便核实材料试验是否符合本合同文件的规定。

供货商应保留足够数量的大型铸钢件、锻件和板材的样品直至保证期结束，其样品应有明显的标志，注明型号、用途及主要指标，该样品免费提供，供发包人在必要时复查复验。

3.2.3 工作应力和安全系数

一、概述

本合同设备在正常运行工况下，所有部件材料的工作应力不得超过规定的最大许用应力， 同时要考虑材料的疲劳。供货商应在设计中取用经实践证明的安全系数， 并且对关键的部位和供货商认为需要的任何部件采用合理的结构设计， 降低该部件的工作应力。设备设计时，考虑在所有的运行工况下，都具有足够的刚度、强度和疲劳极限。

二、最大许用应力

(1) 对经受交变应力、振动、或冲击力的零部件，设计时应留有足够的安全系数。设备各部件的尖角都应采用适当

的倒圆，与临近表面光滑地过渡，以减少应力集中。

(2) 在水泵机组正常运行工况的最大荷载条件下或水泵机组在突然断电状态下水泵过渡过程中的受力条件下，所有零部件所采用的材料，其工作应力不得超过表 3.2-1 的规定。

(3) 除主轴以外所有旋转部件的最大工作应力，在反向飞逸转速条件下，最大应力不得超过材料屈服强度的 $2/3$ 。

(4) 主轴最大复合应力不超过材料最小屈服应力的 $1/4$ 。最大扭曲应力不超过允许抗拉应力的 $1/2$ 。

(5) 当以 1.5 倍的设计压力进行泵壳等的水压试验时，所有部件的最大应力不超过屈服强度的 $2/3$ 。

(6) 没有列入本合同文件的材料其设计应力由供货商选取，但拉应力或压应力不得超过屈服强度的 $1/3$ ，同时不应超过极限抗拉强度的 $1/5$ 。

(7) 在临时过载同时伴随地震情况下，供货商设计的设备应能承受地震基本烈度为 7 度时的地震加速度载荷，在这种极端载荷下非转动部件的应力不得超过表 3.2-1 中所列最大许用应力值的 133%。转动部件的剪应力应不超过许用拉应力的 $1/2$ 。

(8) 需要预加应力的零部件，其螺栓、螺杆和连杆施加的预加应力不得使需要预加应力的零部件超过材料屈服点的 $2/3$ 。预加应力后，螺栓的荷载不应小于连接部分设计荷载的 2 倍。

表 3.2-1 材料工作应力表

材料名称	最大许用应力	
	拉应力	压应力
铸铁	$U . T . S / 10$	70MPa
碳素铸钢和合金铸钢	$U . T . S / 5$ 且 $Y . S / 3$	$U . T . S / 5$ 且 $Y . S / 3$
碳钢锻件	$Y . S / 3$	$Y . S / 3$
合金锻件	$U . T . S / 5$ 且 $Y . S / 3$	$U . T . S / 5$ 且 $Y . S / 3$
主要受力部件的碳素钢板	$U . T . S / 4$	$U . T . S / 4$
高应力部件的高强度钢板	$Y . S / 3$	$Y . S / 3$
其它材料	$U . T . S / 5$ 且 $Y . S / 3$	$U . T . S / 5$ 且 $Y . S / 3$

注： 1 . $U . T . S$ 为极限抗拉强度

2 . $Y . S$ 为屈服强度

3.2.4 制造工艺

一、概述

(1) 为确保设备质量，供货商应采用有效的工艺措施和质量管理。

(2) 设备制造工艺应是经实践证实为最先进的。全部制造工艺工作应由专业技术人员和经训练的熟练技工担任。所有零部件应严格按照规定的标准加工，零件可互换并便于互换、便于修理。设备的生产过程应进行严格质量控制，确保提供设备的质量。

(3) 在本合同期满起 10 年内，供货商应免费保存特殊的样板、测量仪器、模型和有关记录，以便发包人进行设备修理和更换零件。

二、制造加工标准

除特殊技术条款规定之外，所有部件标准按本规范第 2.2.2 款执行。工厂图纸上表示的度量制采用 ISO 公制标准及中国法定单位精确制造。

三、机械加工

受焊接影响的部件表面，在焊接后需进行机械加工或表面处理，最终达到规定尺寸的要求。需要消除内应力的部件应在消除应力以后进行机械加工，以便最终达到规定尺寸的要求。

机械抛光和精加工类型须按每个部件的用途，选用最适当的方法，并应在供货商递交的工厂加工图纸上表示出来。合同设备所有零部件表面应符合 GB 或国际标准协会 ISO 标准规定，“表面组织”定义的表面粗糙度 Ra. 表示加工精度。

四、公差和互换性

对所有部件应按其用途选择合适的机械制造公差。并符合 GB 或国际标准协会 ISO 标准规定。所有相同零部件应有良好的互换性并便于维修。

3.2.5 焊接

一、概述

除技术条款中另有规定外，所有焊接采用自动焊机电弧焊，焊接过程中应排除熔化金属中的气体。

二、焊件表面处理

焊缝形成后，应清除焊渣。焊缝应均匀一致、光滑，与母体金属融合良好，并且无空穴、裂纹和夹渣，凸出部分不得超过 1.5mm。

三、应力消除

除另有规定，所有焊接件焊缝应按 GB 、ASTM 有关标准焊接，包括填料金属要求，预热和焊区的温度要求和应力消除热处理。焊接后需进行机械加工的必须先整体退火进行消除内应力处理，残余应力应符合有关标准。除另有规定，主要部件，工厂焊接后需进行热处理以消除应力，不容许用局部消除应力的方法。

焊缝应外观平整，适于表面涂漆。结构焊缝应平整圆滑，避免应力增加。所有需射线透视的或其它无损探伤检验的焊缝应打磨平滑，以便更好地进行焊缝检查。焊缝应磨削平缓且焊缝高度不应凸出表面 1.5mm 。焊接件在精加工之前应消除内应力。

四、焊接检查

对焊缝进行检查，如果焊缝出现 GB、AWS 或 ASME 所禁止的缺陷，如任何程度的不完全熔合、未焊透、咬边等，都应被判为不合格。所有的缺陷均应由供货商修复，并再经无损探伤检查合格。

钢板表面不得有气泡、结疤、拉裂、裂纹、折叠、夹杂和压入的氧化铁皮，钢板不得有分层。

五、现场焊接

所有供货商供货设备之间和供货商供货设备与非本合同提供的设备之间若需在现场焊接时，供货商应在图纸上注明，并附焊接部件详图。供货商应提供相应的焊接程序、工艺及焊后热处理方法。

3.2.6 无损探伤

一、概述

所有的无损检测应按照相关 GB 或 ASTM 标准中相应部分进行，供货商的图纸应说明应用到每个部件或焊缝的无损探伤的类型、范围与级别。

二、检查范围

无损探伤检查运用于主要部件上，如水泵的承压部件、叶轮、泵轴和电动机轴、轴连接装置、起吊装置等。主要部件在最后表面加工和精加工后，还应做全部表面检查。主轴在粗加工和精加工后用超声波检查。

(1) 焊缝检查

主要部件焊缝应全部作无损探伤检查并提供检查报告。发包人有权要求供货商作焊接的随机抽样检查。

(2) 铸件检查

水泵主要铸件须按照 2.1.3 及 3.2.1 所列标准进行检查，确保铸件质量。无损探伤方法应标明在供货商提供的图纸上。

(3) 锻件检查

对锻件均应按 GB 或 ASTM A388 进行超声波检查。锻件的金相组织应均匀，不允许存在白点、裂纹、缩孔和不能清除的非金属杂质，锻件中过大的杂质密度或合金元素的临界点的分离将导致锻件报废。主轴不得出现凹凸超过规定幅度的突变点。

3.2.7 铸件

一、概述

所有的铸件组织应均匀密实、无气孔、砂眼、夹渣和裂纹等缺陷，表面光滑干净。不进行机械加工及在安装时外露的表面应进行修饰并涂漆。应仔细检查各部位的缺陷，危害铸件强度和效用的所有缺陷应彻底铲除直至看到无缺陷的金属，然后补焊修复。铸件组织应均匀致密，不允许有裂纹出现，非金属杂质的尺寸和数量应符合有关技术条件和标准的规定。杂质过份集中或合金元素离析的铸件将拒收。所有主要铸件应按第 3.2.2 款“材料试验”中的规定进行试验。修补应按 GB 或 ASME 标准进行。

二、检查

在铸造车间铸件清理后，首先用肉眼检查、提取试样；检查缺陷，对次要缺陷的铸件进行修复，在修补或处理后应作再检查。发包人有权按本合同无损检测的有关规定要求供货商 免费进行无损探伤检测，以确定：

- 1) 缺陷的全部范围；
- 2) 准备补焊的面积；
- 3) 修补是满意的。

三、修补

(1) 在缺陷修复之前，供货商应提交一份铸件缺陷的报告，报告应包括说明主要和次要缺陷的位置和尺寸及相应的图纸，并附加照片、金相试验报告、无损探伤检查结果、金属断面厚度、中心位移、收缩量、扭曲变形和钻孔等。该报告还应说明缺陷形式，可能的原因以及在零件设计中或在铸造工艺中推荐的改进措施，以防止随后铸件中发生类似的缺陷。该报告还应提出详细的缺陷修复过程说明，包括在焊接过程中和最终修复后采用的无损检测等。

(2) 铸件的主要应力区不允许有缺陷。铸件次要缺陷系指需补焊的深度不超过实际厚度的 20%，但在任何情况下都不得大于 25mm，补焊面积必须在 150cm^2 以内。当缺陷超过次要缺陷规定范围时，即为主要缺陷。有主要缺陷的铸件将被拒收。若消除缺陷后，导致铸件应力的断面厚度减小了 25% 以上，或者导致缺陷断面处的应力超出许用应力的 30% 以上的铸件，亦将被拒收。对于不削弱铸件强度或者不影响铸件可用性的次要缺陷，可按铸件行业的习惯做法进行补焊。

(3) 修补后的铸件应与图纸尺寸相符。经热处理后的铸件，修补后应重新进行热处理和进行无损检测。缺陷修补的

时间应包含在合同中供货商的制造时间内。

四、外形尺寸

铸件的形状、尺寸、重量和偏差按《铸件尺寸公差与机械加工余量》(GB/T 6414)的规定。铸件尺寸应符合图纸要求，加工部位应留有足够加工裕量。铸件尺寸不能减小到影响铸件的强度和引起应力超过允许值的要求，也不能过大到以致影响制造加工或与其它零件正常配合。铸件有扭曲及变形影响最终加工尺寸时，应予报废。

3.2.8 密封件

所有设备及部件的密封件材料应是崭新的、优质的；经实践证明效果良好、使用寿命长，且易于更换和检修的。若供货商采用新材料时，应向发包人提供详细试验资料与实际运行情况证明。

3.2.9 管路及附件

一、概述

管道尺寸应采用 ISO 标准。管道的布置和阀门的位置和接头应便于设备解体检查或移动部件检修，管路系统要拆卸的地方应设置法兰接头或活接头。所有的管道在满足安装起吊、装卸和运输的要求下，应由供货商的工厂预加工。所有管道内壁应加以清理，装运时管道应配有管塞或管帽。供货商应在工厂图纸上详细地表示出各管道的位置、管径及用途。所有的组装管道都应作 1.5 倍设计压力的试验，保压

30min。所有管道均应按规定进行涂漆。

二、水管及管附件

所有水泵组配套的管路必须按最大内部压力设计，且必须采取有效的防腐措施。

三、测压管路

如果水泵配置测压(水压)管，则测压管应是带不锈钢配件的不锈钢管，测头应为不锈钢或青铜制造，测孔形状、结构尺寸和布置要求应符合现行有关规范规定。

四、仪表管

连接各种仪表和测量传感器的管路应为不锈钢管或铜管并有管路附件，为使仪表指示值稳定，其连接管应为蛇形管。压力表和设备连接处应设置截止阀，并一起提供合适的泄放阀和排泄管接头。供温度表用的柔性管应是铠装。仪表与设备之间的管路、阀门和管路附件均由供货商提供。

五、管道连接

所有设备的内部和外部管路，均应按现行相应规范用螺纹或法兰联接。所有外部联接用法兰都应带有联接螺栓、螺母和密封垫、填料，同时应适当提供安装用的足够数量的特种管接头。凡与发包人自备管路相接处的法兰均应有供货商成对(即2个)提供，以便与其他承包商供应的管路连接。

3.2.10 基础件

所有永久性的基础件，包括埋于混凝土的锚定螺栓，或

在混凝土浇筑过程，用于固定或支撑部件的锚定螺栓以及全部千斤顶、拉杆、楔形板、结构钢支柱、底板、埋入基础板、拉筋等均应在发包人规定的时间前供应。埋设部件的设计，应当使部件埋入时能牢固地将部件定位，并承受规定的各种应力。

埋设件的拉杆和斜撑的设计，应当使部件埋入时能牢固地定位。所有千斤顶应有钢座和钢盖，以便能焊接在基座和支撑的部件上。

为固定设备需要的所有地脚螺栓和紧固材料（包括管套、螺母和平垫圈）应由供货商按 110%数量提供。供货商应报出所有紧固件的原产地。

3.2.11 铭牌和标志

一、概述

每台主要设备与附属设备均应用不锈钢铭牌。铭牌应字迹清晰，经久耐用。铭牌上应标有制造厂名称、设备出厂日期、编号、型号、额定参数、重量及其它重要数据。所有仪表盘和控制盘(柜)均需配有标志，以表明该盘、柜名称。

铭牌和标志所用的文字为中文，应简明扼要。所有的铭牌和标志均应采用国际公制单位(SI)表示。

二、标牌与标志

设备应使用指示标牌和标志，包括运行操作与监视、维护与检修标志，运输标志，安全标牌等。标牌与标志均

应采用中文印刷体。铭牌和标志的形式将在设计联络会上确定。

3.2.12 工厂、工地涂漆和保护镀层

一、概述

(1)全部设备表面应清理干净，并应涂以保护层或采取经发包人确认的防护措施。

(2)除另有规定外，热镀锌金属、不锈钢和有色金属部件不需要涂层。

(3)在进行清理和上涂料期间，对不需要涂保护层的相邻表面应保护不受污染和损坏。

(4)清理和涂保护层应在合适的气候条件和充分干燥的表面上进行。当环境温度在 7°C 以下或高于 40°C ，或当金属表面的温度小于空气露点以上 3°C 时不允许进行。应在合适的气候条件下和充分干燥的表面上进行。

二、表面处理

涂装前，必须进行表面预处理。钢材表面的焊渣、毛刺、油脂等污物应清除干净。表面预处理质量，应符合《涂覆涂料前钢材表面处理 表面清洁度的目视评定 第 1 部分》(GB/T 8923.1) 规定的 St3 级要求。

需处理的表面涂刷前应对其进行清扫，要除掉残留在表面的砂粒及铁末。有锈斑的表面和受污染的表面均要重新清扫，并按下列任一种方法处理。

用溶剂清洗表面以除去所有油污、油脂、石蜡等。

喷砂抛光处理先用溶剂去掉所有油漆、油脂、污垢，再对应涂涂料的表面进行喷砂或 喷丸处理，使金属表面发亮或呈均匀灰白色。用于喷砂的压缩空气不应含油或水分。

三、涂层工艺

(1) 供货商在投标文件中应详细地说明所采用涂层的材料组成和适应特性、喷涂工艺、粘接力、使用寿命、车间及现场喷涂方法。

(2) 水泵在装配前和装配过程中应作如下的防锈处理，并满足表面处理的要求。

1) 铸件的非加工表面去除铁锈和油污后涂防锈漆。

2) 水泵表面底漆喷丸处理，底漆刷富锌环氧树脂厚 0.04mm，水泵表面刷丙烯酸磁漆(GB3181)，厚 0.06mm。

(3) 涂层、涂层的最小厚度、涂层数目及各项表面准备应按下列工艺过程进行：

1) 所有暴露在大气中的黑色金属粗加工或精加工表面在运输之前应用溶剂清洗，然后涂一层防锈化合物。

2) 所有暴露在大气中的未加工表面经处理后，刷两层防锈、不含铝的底漆，漆膜干后的厚度至少为 50 μ m；最后一道工厂标准防锈涂料完全干后，漆膜厚度至少为 75 μ m。

3) 本技术要求内的埋设件与混凝土接触表面应机械清理，并涂以用于运输和保存的防护漆。该防护漆在安装期间

应容易剥离。埋设件不与混凝土接触的表面用喷砂清理达 Sa2½级，并涂两层环氧富锌涂料。

4) 准备现场焊接的不防锈蚀钢板或铸件的焊接坡口需喷砂清理到发亮，并涂两层防锈底漆。

5) 清理后的钢材表面在潮湿气候条件下，涂料应在 4h 内涂装完成，金属喷涂应在 2h 内完成；在晴天和正常大气条件下，涂料涂装时间最长不应超过 12h。

四、涂料应用

涂料使用前要充分搅拌。喷漆的每层涂层不能有流淌、气孔、凹陷等缺陷。供货商应提供足够的备用涂料，供现场修整、修复。修整工作将由供货商负责也可供货商委托安装承包商完成。供货商应将设备表面所用涂料的牌号、性能、涂层次数、厚度、工艺、标准等提交安装承包商。

五、备用涂料

提供足够数量的备用涂料，供现场修整、修复设备部件表面之用以及在设备安装调试完毕后进行的最终喷涂（该项工作也可由供货商委托给安装承包商进行）。

3.2.13 油品质量标准

供货商提供的设备的用油脂应符合中国国家标准《润滑脂腐蚀性试验法》(GB/T 5018)，《润滑剂和有关产品的分类》(GB/T 7631)，《润滑脂和润滑油蒸发损失测定法》(GB/T 7325) 规定。

整套水泵—电动机组宜使用同一种牌号的润滑脂，且该牌号润滑脂应能在国内容易采购。如该润滑脂为非中国生产的产品，供货商应说明与该油品质量等级相当的国内牌号。

3.2.14 水泵主要部件技术要求

一、主要部件或零件的设计要求

(1) 水泵主要零部件的材料机械性能和化学成分必须符合相应标准。

(2) 水泵主要部件的结构必须是便于拆卸的。

(3) 水泵主要部件的结构和尺寸必须符合运输条件。

(4) 水泵的铸件均需进行退火处理并进行无损探伤检查。

※二、水泵各主要部件材料的选择

供货商在保证具有良好水力结构和流态的基础上合理地选择水泵的材料，根据该工程运行条件，提出推荐的水泵各部件材料，并详细说明该材料适应性及相关工程的应用实例。各主要部件的材料不低于下表。

表 3.2-2 主要部件材料

序号	零部件名称	材 质	说 明	备注
1	水泵壳体	HT250 铸铁	相当材料或不低于相关牌号性能要求	必须选用具有良好资质、信誉、生产技术实力的厂商的产品。
2	叶轮	0Cr13Ni4Mo（对标EN 1.4460）	相当材料或不低于相关牌号性能要求	
3	水泵轴	合金结构钢（或对标EN 1.4462）	相当材料或不低于相关牌号性能要求	
4	密封环	0Cr26Ni5Mo2（对标EN 1.4460）	需满足 GB/T16097 规定要求，相当材料或不低于相关	密封环材质需避免对叶轮及泵壳产生

			牌号性能要求	磨损
5	轴套	0Cr18Ni12Mo2（对标EN 1.4460）	相当材料或不低于相关牌号性能要求	
6	滚动轴承	高碳铬轴承钢GCr15	同等质量产品或不低于相关牌号性能要求	
7	主轴密封	机械密封		
8	轴封压盖	GX5CrNiMo19-11-2（对标EN 1.4408）	相当于、更优质材料或不低于相关牌号性能要求	
9	联轴器	优质锻钢		
10	水泵固定螺栓、螺母和销子	0Cr18Ni9Ti	同等质量产品或不低于相关牌号性能要求	

供货商在投标资料表中应详细地列出水泵主要部件准备采用的材料名称、元素、组成、影响材料性能的化学成分、材料的机械性能、设计应力等。

三、泵壳

(1) 水泵壳体为蜗壳式水平中开。吸水法兰与排水法兰均设在下壳体上，以便检修时不需拆卸管道直接拆卸上壳体。泵壳支承座应采用安全合理的结构型式。

(2) 泵壳采用不低于 HT250 材质的铸铁铸造，壳体表面应无空洞、凹陷、裂纹等缺陷，铸造工艺应满足质量标准并按 GB 或 ASTM 有关规定作无损探伤检测。壳体内表面尽可能打磨光滑，以减小流道的水力损失，其表面粗糙度按第 3.2.4 款的规定执行。

(3) 上下壳体在消除内应力后，方能进行最后的机械加工。上下泵壳的组合面应进行精加工。其加工粗糙度和公差应遵照 IEC 标准“制造工艺”的有关条款及第 3.2.4 款的

规定，壳体的中开面法兰的强度和刚度满足第 3.2.3 款。

(4) 水泵壳体设计压力：

泵壳应具有足够的强度、刚度，其厚度应满足设计压力要求。水泵泵壳设计压力的选择应考虑承受各种运行工况下压力，在各种运行工况、事故工况下无任何不良振颤和有害变形。全部壳体应作设计压力的 1.5 倍工作压力的水压实验，保压时间为 30min。受压部件不能有渗漏等异常现象。

(5) 对于叶轮和泵壳有滑动的部分，应设置可以更换的口环，口环应可靠地固定在泵体或叶轮上。口环材质按表 3.2-2 的规定，耐磨蚀并具有良好的可焊性。表面加工粗糙度和公差应遵照 IEC 标准“制造工艺”的有关条款及第 3.2.4 款的规定。泵壳体过流表面的粗糙度不大于 $12.5\mu\text{m}$ 。

(6) 上下壳体中开面连接位置设置有密封槽和橡胶密封件或其它更好的密封型式，保证耐压试验时无泄露现象。

(7) 水泵配套上盖排气阀，用于启运及运行时排气。在泵壳上设置运行所需的排气孔座。供货商应提供排气所需的自动操作阀、阀门、控制操作设备、管路和管路附件等。

(8) 应在水泵进出口适当位置布置高精度压力表。

(9) 所有泵体螺栓、螺帽、销子和固定螺材质为 0Cr18Ni9Ti 或不低于相关牌号性能的材质，强度不低于 8.8 级。

四、叶 轮

(1) 叶轮材质按表 3.2-2 的规定, 采用不锈钢整体铸造。供货商应说明保证加工精度、提高性能的手段。叶轮表面应无空洞、凹陷、裂纹等缺陷, 铸造工艺应满足标准规定作无损探伤检测。叶轮表面加工粗糙度和公差应遵照 IEC 标准“制造工艺”的有关条款及第 3.2.4 节“制造工艺”的规定。

(2) 叶轮的设计和制造应保证有足够的强度, 刚度, 能承受最大转速、应力及任何可能产生的作用于叶轮上的最大负荷的水压力、离心力及周期性变动荷载, 并不产生任何裂纹、断裂或有害变形。应保证水泵在最大扬程、最大流量运行时的安全可靠; 应能承受水泵电动机机组在事故情况下产生的最大反向飞逸转速不发生任何有害变形或损坏。叶轮最大应力应符合第 3.2.3 款“工作应力和安全系数”的规定。

(3) 叶轮与轴的联接采用键联接或其它更优的方式, 应可靠地固定在泵轴上, 保证不会由于振动和运行中的其它原因而出现松动, 并防止产生轴向和径向移动。

(4) 叶轮上应安装口环, 与泵壳体侧的口环配对, 表面加工粗糙度和公差应遵照 IEC 标准“制造工艺”的有关条款及第 3.2.4 款的规定。

(5) 应保证泵的叶轮可完全互换。当后期使用过程中, 扬程降低时, 应保证泵的叶轮可拆卸。

(6) 叶轮结构设计上应能满足在设备运行现场进行叶轮拆装，并不破坏叶轮和主轴。

(7) 平衡试验

叶轮加工完成后，供货商在制造厂内做叶轮和密封环的静态平衡试验，并向发包人提交 4 份试验报告。叶轮与主轴装配完成后，供货商在制造厂内做动平衡试验，并向发包人提交 4 份试验报告。叶轮加工完成后，厂内应进行动、静平衡试验，精度不低于 GB/T 9239.1~9239.2 的 G6.3 级。供货商应保证残留不平衡重量 Δ (kgf) 产生的离心力不大于叶轮重量的 0.2%，并满足下面的公式：

$$\Delta \leq 3.578 D_1 \frac{G}{n_p^2}$$

式中：G - 静平衡试验的叶轮重 (Kg)

n_p - 飞逸转速 (r/min)

D_1 - 叶轮直径 (mm)

五、主轴

(1) 水泵轴与电动机轴通过联轴器直联，检修时应方便拆卸和安装。水泵主轴材质按表 3.2-2 的规定。主轴完成后应进行超声波检查，此结果应满足第 3.2.6 款的规定。主轴的应力应符合第 3.2.3 款“工作应力和安全系数”的规定。应进行形状、同心度、法兰垂直度和质量偏心等检查，确保轴的同心度和弯折度。主轴的摆度公差应符合 IS03555-B 标准中有关主轴摆度的车间检查公差所规定的

数值，确保机组振动在允许范围内。

(2) 主轴应在方便于摆度测量的位置进行表面抛光。

(3) 供货商负责水泵轴与电动机轴的联接、轴系的设计、制造、复核主轴的临界转速计算。

(4) 主轴应具有足够的强度和刚度，承受在任何工况下作用在主轴上的扭矩，轴向力和径向力。泵组轴系的临界转速应不小于机组最大飞逸转速的 1.25 倍。主轴在最大反向飞逸转速产生的振动幅度必须满足 ISO2373 标准或 IEC34-14 标准。供货商应向发包人提交水泵电动机轴系，临界转速的复核报告。

(5) 供货商负责协调水泵轴与电动机轴的联轴器的设计制造，以达到准确配合。联轴器材质按表 3.2-2 的规定。型式必须方便拆装和确保机组安全可靠地运行，确保机组轴的同心度、弯折度。供货商提供联轴器、连接螺栓及护罩，护罩应能罩住联轴器所有旋转零部件。

(6) 所配置的联轴器对整个泵组产生的效率损耗必须不大于 1%。

(7) 水泵和电动机现场安装完毕后，需进行主轴联接检查和校正。供货商应向发包人提交联接检查和校正的方法和程序。安装承包商在供货商的指导下进行现场联接检查和校正。

(8) 与主轴密封相对应的主轴部位设置不锈钢轴套。

轴套应可靠地固定在轴上，并应防止轴和轴套之间液体的渗漏。与轴承相对应的主轴部位设置不锈钢耐磨衬套。

(9) 泵轴双轴端伸出设计，两端均可驱动。

六、轴承

(1) 轴承可以采用向心滚柱及推力滚柱轴承或双向接触滚珠轴承。轴承工作寿命大于 30000 小时。轴承采用进口轴承，应有足够的强度和刚度，能够承受任何运行工况中可能发生的最大转速、转速变化产生的最大径向荷载。

(2) 轴承应能在不干扰水泵叶轮及主轴密封装置等条件下可以方便拆卸、安装和调试，并提供稀油润滑或油脂润滑牌号，润滑油脂由发包人提供。油脂润滑轴承在运行中不允许甩油，在结构上采取有效措施防止油雾逸出。

(3) 水泵正常连续运行条件下，轴承温度不得超过 75℃，供货商提供并安装轴承温度监测元件。

(4) 轴承保持架应采用较软的材料，应具有耐摩耗性高、尺寸稳定性好、机械强度大等特点。

(5) 每个轴承提供测温元件 PT100。

(6) 轴承体材质不低于高碳铬轴承钢 GCr15。

(7) 轴承应采用 SKF、FAG、NSK、NTN 等品牌。

七、主轴密封

(1) 水泵主轴密封必须安全可靠，要求严密、耐磨、抗震、结构简单且便于维修更换。主轴密封包括所需的各种附

属设备。主轴密封采用机械密封，密封更换周期应大于两年。主轴密封的润滑由厂区生产用水管提供。

(2) 所有泵体螺栓、螺帽、销子和固定螺材质为 0Cr18Ni9Ti 或不低于相关牌号性能的材质，强度不低于 8.8 级。

(3) 主轴密封大修保证期为 3 年。

八、基础部件

(1) 基础部件：包括泵组底座、底板、泵组地脚螺栓、联接螺栓和调节螺栓、垫片等连接紧固件。

(2) 基础部件应有足够的强度和刚度承受机组所有的重量及推力等。供货商应提供其受力情况及受力分布图，提供基础支承支座分布图、确定基础螺栓数量及直径、基础螺栓预埋方式图。底板、地脚螺栓及牢固的泵组基础预埋件、调整垫片等均包括在供货商的供货范围内。

(3) 所有部件的接触面，包括底板与底座的接触面必须是加工面，供货商应提供有关其加工精度的标准。

九、自动化元件配置及要求

(1) 泵组各种运行工况及工况转换时的水泵自动化元件配置应满足电动机的监测和控制要求。配置的监测元件（泵组自带）应不低于下表的要求：其中振动监测元器件及分析软件在自控仪表类中已购买，泵组设备预留安装条件。

泵组自动化元件表

序号	测点名称	传感器元器件类型	安装位置	数量 (个/ 台)
1	泵轴承、电机轴承及绕组温度	温度传感器	电机轴承座和 电机电子绕组	12

(2) 水泵自动化元件应能配合机组计算机监控系统实现就地控制、远程控制和数据采集的要求。

(3) 水泵的保护

以下列出了电动机的保护相关内容，但不限于此。供货商应为电动机配置完整的保护系统。

一 水泵轴承温度保护

保护出口应引至保护控制系统，用于报警或跳闸。

预留水泵轴承垂直、水平与轴向测点的振动监测传感器安装位置。

4 电机技术条款

本节对 6 台卧式变频电动机及其附属设备的设计、制造、试验、试运行和安装指导服务等作出规定，供货商除应遵守本节的技术条款外，还应遵守第 2 章中的各项技术要求，并对电动机的全部技术要求负责。本节技术规范对设备的性能要求与其它章节有矛盾时以本节为准。

4.1 电机性能要求

4.1.1 电机型式和运行条件

一、布置及运行条件

(1) 厂房主要设备布置和主要尺寸见附图。

(2) 泵房现场条件见本规范第 1 章。

(3) 电动机全年连续运行。

二、一般要求

(1) 交流：

三相电压： 380 (+10% ~ - 15%) V

单相电压： 220 (+10% ~ - 15%) V

频 率： 50±2% Hz

(2) 电动机采用 F 级绝缘，具有 IP55 保护等级。

(3) 交流电动机在额定电压下的启动电流不大于额定电流的 6 倍。在额定频率下，在 95~110% 的额定电压范围内连续正常运行；在额定电压下，频率偏差±5 % 范围内连续正常运行。

(4) 所有重量大于 50kg 的电动机应有螺栓式吊耳。

二、电动机型式和说明

(1) 概述

1) 电动机为卧式布置，部件均可拆装，以方便安装和维修。

电动机与水泵采用联轴器直接连接。

2) 电动机检修时其定子、转子、轴承、外壳等均能利用主厂房内桥式起重机起吊。

3) 电动机部件设计要能方便地进行维修、安装和拆卸，并满足定子整体运输条件要求，所有需要吊运的设备和

部件要设置吊环螺栓孔，吊耳或便于装卸的起吊装置。

4) 供货商的设计、制造、供货必须全面地考虑招标文件的全部要求，与其它设备相互协调和作为一个完整的泵组必需具备的条件。

5) 供货商应在产品的外观质量、造型、涂漆等方面进行优化设计，以保证泵组的整体视觉效果。

(2) 电动机型式和型号

三相、卧式、鼠笼式异步电动机，冷却介质为空气，初级冷却回路密闭空气循环，次级为机壳表面空气自循环冷却，冷却代码 IC411。

本项目电机需求为变频电机，需保证在低压变频器拖动的条件下，40~50HZ 工作范围内电机的正常工作状态，并应考虑加强绕组绝缘及使用绝缘轴承的措施，以适应驱动电源的谐波特性，以及电机的散热满足长期运行要求。

(3) 旋转方向：与水泵配套。

4.1.2 电动机主要参数和性能

一、额定值

额定输出功率	与水泵配套，约为水泵轴功率 110%
额定电压	380V
额定功率因数	≥ 0.87
额定频率	50Hz
相数	3

额定转速	与水泵转速匹配
防护等级	IP55
冷却方式	IC411 初级密闭空气循环，次级空气自由循环
工作制	S1(连续工作制)
效率保证值	按照最终确定的水泵配套电机功率及级数（转速）所对应的规范电动机能效标准值，对于本项目额定功率为 280kW 的 6 极电机，其效率保证值为 96.6%；对于本项目额定功率为 250kW 的 4 极电机，其效率保证值为 96.7%。

二、主要参数和性能保证

(1) 电动机应能在下列使用条件下连续稳定运行：

- 1) 海拔不超过 1000m。
- 2) 电动机安装在室内，环境温度不超过 40℃。
- 3) 最湿月平均最高相对湿度 95%。

(2) 电动机电压和频率允许的变化范围：

电动机在运行期间，在下列情况下，应保证输出功率仍能维持额定值：

- 1) 当额定频率下，电压与额定值变化不超过 $\pm 10\%$ ；
- 2) 当电压为额定，电源频率与额定值变化不超过 $\pm 5\%$ ；
- 3) 电压和频率同时发生变化，但变化之和的绝对值在

10% 内时；

(3) 效率

电动机在额定容量、额定电压、额定频率和额定功率因数时，电动机须达到《GB 18613 电动机能效限定值及能效等级》规定二级能效或以上标准，计算效率时电动机的损耗应包括：

1) 恒定损耗

- (a) 铁损耗(包括空载杂散损耗)
- (b) 轴承摩擦损耗
- (c) 风损耗

2) 定、转子铜损耗

- (a) 杂散损耗(不包括空载杂散损耗)
- (b) 由于负载而在铁芯和其他金属构件中引起的损耗
- (c) 由于负载电流所引起的磁通变化而在导线中产生的损耗
- (d) 辅助设备的损耗
- (e) 机罩内专用风机损耗

供货商应提供电动机的效率曲线，或列出在额定电压、额定功率因数时、不同出力和不同负荷率下的电动机的效率不小于下表 4. 1-1：

表 4. 1-1 电动机负荷率—效率表

负荷率	4/4	3/4
效率	≥标称效率	≥标称效率

附图：《GB 18613-2020 电动机能效限定值及能效等级》表

GB 18613—2020

表 1 三相异步电动机各能效等级

额定功率/ kW	效率/%											
	1 级				2 级				3 级			
	2 极	4 极	6 极	8 极	2 极	4 极	6 极	8 极	2 极	4 极	6 极	8 极
0.12	71.4	74.3	69.8	67.4	66.5	69.8	64.9	62.3	60.8	64.8	57.7	50.7
0.18	75.2	78.7	74.6	71.9	70.8	74.7	70.1	67.2	65.9	69.9	63.9	58.7
0.20	76.2	79.6	75.7	73.0	71.9	75.8	71.4	68.4	67.2	71.1	65.4	60.6
0.25	78.3	81.5	78.1	75.2	74.3	77.9	74.1	70.8	69.7	73.5	68.6	64.1
0.37	81.7	84.3	81.6	78.4	78.1	81.1	78.0	74.3	73.8	77.3	73.5	69.3
0.40	82.3	84.8	82.2	78.9	78.9	81.7	78.7	74.9	74.6	78.0	74.4	70.1
0.55	84.6	86.7	84.2	80.6	81.5	83.9	80.9	77.0	77.8	80.8	77.2	73.0
0.75	86.3	88.2	85.7	82.0	83.5	85.7	82.7	78.4	80.7	82.5	78.9	75.0
1.1	87.8	89.5	87.2	84.0	85.2	87.2	84.5	80.8	82.7	84.1	81.0	77.7
1.5	88.9	90.4	88.4	85.5	86.5	88.2	85.9	82.6	84.2	85.3	82.5	79.7
2.2	90.2	91.4	89.7	87.2	88.0	89.5	87.4	84.5	85.9	86.7	84.3	81.9
3	91.1	92.1	90.6	88.4	89.1	90.4	88.6	85.9	87.1	87.7	85.6	83.5
4	91.8	92.8	91.4	89.4	90.0	91.1	89.5	87.1	88.1	88.6	86.8	84.8
5.5	92.6	93.4	92.2	90.4	90.9	91.9	90.5	88.3	89.2	89.6	88.0	86.2
7.5	93.3	94.0	92.9	91.3	91.7	92.6	91.3	89.3	90.1	90.4	89.1	87.3
11	94.0	94.6	93.7	92.2	92.6	93.3	92.3	90.4	91.2	91.4	90.3	88.6
15	94.5	95.1	94.3	92.9	93.3	93.9	92.9	91.2	91.9	92.1	91.2	89.6
18.5	94.9	95.3	94.6	93.3	93.7	94.2	93.4	91.7	92.4	92.6	91.7	90.1
22	95.1	95.5	94.9	93.6	94.0	94.5	93.7	92.1	92.7	93.0	92.2	90.6
30	95.5	95.9	95.3	94.1	94.5	94.9	94.2	92.7	93.3	93.6	92.9	91.3
37	95.8	96.1	95.6	94.4	94.8	95.2	94.5	93.1	93.7	93.9	93.3	91.8
45	96.0	96.3	95.8	94.7	95.0	95.4	94.8	93.4	94.0	94.2	93.7	92.2
55	96.2	96.5	96.0	94.9	95.3	95.7	95.1	93.7	94.3	94.6	94.1	92.5
75	96.5	96.7	96.3	95.3	95.6	96.0	95.4	94.2	94.7	95.0	94.6	93.1
90	96.6	96.9	96.5	95.5	95.8	96.1	95.6	94.4	95.0	95.2	94.9	93.4
110	96.8	97.0	96.6	95.7	96.0	96.3	95.8	94.7	95.2	95.4	95.1	93.7
132	96.9	97.1	96.8	95.9	96.2	96.4	96.0	94.9	95.4	95.6	95.4	94.0
160	97.0	97.2	96.9	96.1	96.3	96.6	96.2	95.1	95.6	95.8	95.6	94.3
200	97.2	97.4	97.0	96.3	96.5	96.7	96.3	95.4	95.8	96.0	95.8	94.6
250	97.2	97.4	97.0	96.3	96.5	96.7	96.5	95.4	95.8	96.0	95.8	94.6
315~1 000	97.2	97.4	97.0	96.3	96.5	96.7	96.6	95.4	95.8	96.0	95.8	94.6

（4）绝缘等级及允许最高温度

1) 绕组的绝缘等级

采用 F 级绝缘，电动机定子要求 VPI 整体真空压力浸

渍处理。

2) 温升限值及允许最高温度

电动机在规定的使用条件下及额定输出功率下，长期运行其各部分温升限值及允许最高温度值见下表(供货商设备须同时满足此两项条件)：

表 4.1-2 温升限值表

部 位	测 量 方 法	温 升 限 值	允许最高温度
定子绕组	检温计法	80K	120℃
定子铁芯	检温计法	80K	115℃
轴承	检温计法		95℃(滚动轴承)

(6) 绕组绝缘强度及起晕电压

1) 绝缘耐压试验

定、转子绕组绝缘的出厂交流 50Hz 耐压(波形为实际正弦波)试验，按照 IEC60034-5 的有关规定进行。其中：定子绕组工频试验电压(有效值)： $2U_N+1kV$ 。

2) 起晕电压

定子单个线棒(或线圈)起晕电压不低于 1.5 倍额定线电压；整机耐压时，槽部和端部起晕电压不低于 1.1 额定线电压。

(7) 引出线相序排列

1) 主引出线和中性点各有三个引出端均为额定线电压 10kV，电动机应有 6 根引出线(主引出线和中性点各 3 根)。

电动机绝缘引出线和线路应有相同的绝缘等级并与电动机的绝缘系统相协调。电动机接线盒内的支承绝缘子应进行环氧树脂浸渍处理；电动机接线盒内连接端子的外包绝缘工艺应充分考虑防潮。

2) 供货商应为其产品的内部导线和外部电缆提供接线盒，并表明各接线盒(主出线接线盒、加热器接线盒、测温元件接线盒等)的详细接线位置和接线图纸。

(8) 测温元件

电动机绕组应该提供 6 个测温元件(Pt100)，测温元件应深入放进定子绕组内部可能出现最高温度的区域；电动机两侧轴承各配 1 个测温元件(Pt100)。测温元件端子引线都应有标识，可以在电动机外形图上确定每支测温元件所在的区域位置。

(9) 配套的辅助设备要求

1) 电加热器

电动机应设置加热器，以防止电动机停运时内部潮湿和结露，加热器装在电动机内侧容易查看的地方。加热器(1 只/台)采用 220V 单相电源。

2) 接线盒及辅助元器件

应为安装在电动机框架上的独立的易拆卸的接线盒，接线盒的位置、接线方式应便于接线和检修。

电动机主导线接线盒应为“对角拼合”型。如果这种结

构不可以采用时，电动机主导线接线盒的结构应为三面可用压力扣紧的“端盖”型式，一面与管道相连接，另一面与电动机相连。

(10) 过转速

电动机在空载情况下，应能承受提高转速至其额定值的120%，历时2min的超速而不发生有害变形及接头开焊等情况；泵组在运行过程中发生断电时，泵组应能承受额定转速1.2倍的倒转转速，此时应保证泵组各部件无任何损害；电动机在最大反向转速的情况下运行2min而不产生有害的变形。

(11) 短时过转矩

异步电动机在热状态下和逐渐增加转矩的情况下应能承受1.60倍额定转矩，历时15s而不发生转速突变，停转或有害变形。此时电压和频率应维持在额定值。

(12) 堵转转矩和堵转电流保证值

在额定电压下，电动机堵转转矩与额定转矩之比的保证值不应小于0.7。在额定电压下，电动机堵转电流与额定电流之比的保证值不应大于6.0。

(13) 最大转矩

电动机在额定电压下，最大转矩与额定转矩之比的保证值不应小于1.8。

(14) 噪音及振动

1) 在额定频率、额定电压下，电动机在空载稳定运行状态下，其噪音限制按照 IEC60 034-9 及《旋转电机噪声测定方法及限值 第 1 部分：旋转电机噪声测定方法》（GB/T 10069.1）规定的测量方法测量的 A 计权声压级噪声不大于 80dB(A)。

2) 设计电动机时应考虑到水泵的特性，机组各结构部件应避免与水泵在各种工况下发生谐振。

(15) 启动方式

电机应能正常全压启动，变频工况为变频启动。电动机启动过程中，配电母线上的电压不低于额定电压的 80%时，应能保证泵组顺利启动。机械能承受电动机全压启动时的冲击转矩，并对电动机全压、降压启动方式无特殊规定。

(16) 电动机的可靠性和寿命：

大修间隔时间(累计运行时间)不小于 100000 小时。

退役前的使用期限不少于 30 年。

可利用率大于 99.4%。

(17) 供货商必须提供电动机机械特性曲线，效率特性曲线，功率因数曲线，电磁转矩曲线。

上述未提及的其它技术性能要求应符合 IEC 及 GB 有关电动机的最新标准的要求。

(18) 电动机主要参数保证值表

表 4.1-3 电动机主要参数保证值表

序号	名称	参数保证值	备注
----	----	-------	----

1	额定功率(kW)	280	不得小于水泵最大轴功率的 1.1 倍
2	额定电压(kV)	380	
3	额定功率因数	0.87	
4	效率(%)	见表 4.1	
5	温升(℃)	见表 4.2	
6	噪音(dB(A))	80	

4.2 电机制造要求

4.2.1 一般要求

(1) 电动机整体及其所有部件除应有良好的技术特性外，还须满足强度和刚度要求，使之在正常与非正常运行情况下，其整体和所有部件的挠度、振动和各种变形均在允许范围之内。

(2) 电动机整体采用整体出厂、整体运输的方式。电动机整体及其所有部件的结构应设计成便于运输、安装、维护和检修。

(3) 电动机应采用先进的成熟的结构、材料和工艺。如果采用新的结构应有验证试验，供货商在投标时应提供电动机各主要部件详细的结构、材料和工艺的资料，并加以说明。

(4) 由于水泵采用单级卧式双吸离心泵，电动机外壳采用箱形结构；水泵与电动机采用联轴器连接。

(5) 电动机外观应光滑、平整、美观。

(6) 电动机所有紧固件，机内管道、连接导线均应由供货商随机成套提供。

(7) 机组应在所有转动部件和带电部分周围应提供合适的防护。

4.2.2 设计要求

电机应满足《大型三相异步电机基本系列技术条件》(GB/T 13957) 及《电动机能效限定值及能效等级》(GB 18613) 等的国家相关规范的要求, 主要要求包括但不限于如下:

(1) 水泵电动机为卧式三相鼠笼型。防护等级为 IP55, 额定频率 50Hz, 额定电压 380V, 绝缘等级为 F 级(采用无溶剂真空压力整体浸渍), 电机温升按表 4.1-2 考核。

(2) 电动机冷却方式采用风冷却的方式。

(3) 电动机的额定功率应大于水泵正常运行时最大轴功率的 110%。三相电动机的出线端子应有明显区分相序标志。

(4) 电动机应具有事故报警措施, 包括安装在电动机轴承内、定子线圈等的 Pt100 电阻测量元件, 并设置引出标志。测温元件应确保稳定可靠且免维护。

(5) 电动机的支承板和垫板, 应保证水平度。

(6) 电动机轴承应采用优质耐磨的产品, 其结构应保证密封, 能隔绝污物和水。应防止油进入线圈, 采用正气压密封结构。

(7) 电动机应配置主接线盒及其他接线盒(中性点盒、加

热器盒、测量接线盒)。接线盒的安装位置应按发包人要求,具体方位在设计联络会上明确。电动机所有引线,都应接到各自接线盒,并要求带有标记和识别符号。所有接线盒均应抗腐蚀,接线盒防护等级为 IP55。

(8) 电动机应设置二个接地装置,配备固定导线的紧固件,以固定发包人接地导线。

(9) 电动机内部适当位置应配备加热器,加热器的设计应保证电动机在静止状态时的内部湿度在露点以上,并安装在电动机内部可以检查及维修的地方。

(10) 电动机转子鼠笼采用铜材,铜条通过银焊连接到铜制的短路轭圈,应有可靠的防止鼠笼断条的措施,转子笼条应有防位移及防跳出的措施。

(11) 同型号电动机所有相同的部件应具有互换性。

(12) 转矩电流特性

1) 电动机转矩应等同或者超过 ANSI C50.41 第 11 节中感应电动机和 NEMA MG 1 第 21.41 节(或 IEC 标准)中列出的同步电动机的值(在额定电压和功率下)。

2) 电动机应能够成功的启动由驱动设备速率-转矩曲线所显示的负荷,同时满足在电压和频率如 ANSI C50.41 第 14 节(或 IEC 标准)所描述的范围内变化时,能够瞬时和连续运行。电动机应在额定电压的 80%及以上时可正常启动,电压波动在 $\pm 10\%$ 范围内,带满负荷正常连续运行。

3) 鼠笼感应电动机应有最小的启动电流,同时要兼顾其性能良好与经济设计。电动机额定电压下,启动电流不应超过 600%的额定满负荷电流。

4) 电动机应具有在水泵反转转速约为额定转速的 20% 时启动的能力,电动机满载 运行应能承受电源快速切换过程而不损坏。电动机的破坏扭矩不小于满载扭矩的 200%。

5) 在规定的极端启动电压以及使用条件下,电动机的允许‘堵转’时间应大于加速时间。

(13) 绝缘结构、耐压水平及允许最高温度

1) 电动机应按湿热 (TH) 型设计、制造,具有防潮、防霉、防盐雾性能。

2) 电机绝缘等级为 F 级。变频电机绝缘应满足《电动机能效限定值及能效等级》(GB 18613)的要求,其绝缘结构(用模型线圈法)的耐热等级应达到 F 级。

3) 绝缘结构的耐高频脉冲性能在不同脉冲上升时间下的匝间绝缘寿命应符合《变频调速专用三相异步电动机绝缘规范》(GB/T21707)《电动机能效限定值及能效等级》(GB 18613)的规定。

4) 电磁线绝缘要求采用耐温等级不低于 155 级的无溶剂浸渍树脂进行 VPI 整体真空压力浸渍处理,浸渍树脂除与电磁线有良好的化学相容性外,其挥发份应小于 10%。电磁线漆膜涂层的化学结构及涂敷工艺,应能使电磁线有效抗御

高频电脉冲的长期冲击。电磁线应有良好延伸柔软性，能适应高速绕线而不显著降低抗脉冲特性。其抗高频脉冲电压的能力应符合《电动机能效限定值及能效等级》（GB 18613）。

5) 对组成变频调速三相异步电动机绝缘结构的其它材料均应符合《电动机能效限定值及能效等级》（GB 18613）的要求。

6) 变频供电电动机绝缘结构所能承受的介电应力应高于单纯交流电源供电时的介电应力。特别对电动机端子处将承受的脉冲电压应采取降低浪涌强度措施，抑制该处的过电压，并需要采用加强绝缘结构，以降低电机寿命。

7) 变频电动机耐冲击电压水平应符合《变频器供电的笼型感应电动机应用导则》（GB/T 20161）。

(14) 超速限制

电动机应能承受正、反转的超速，没有机械的损伤，满足 ANSI C50.41 的第 20 节(或 IEC 标准)规定的正、反转中的超速最小值的要求。

(15) 振动限制

供货商保证电动机的振动振幅不大于 2.5mm/s。

(16) 抗震的要求

电动机的设备和支承应符合设计规范的抗震要求。

(17) 接地

按照 ANSI C50 41 的第 21.6 节(或 IEC 标准)的要求，

电动机的接地点：一个接地点在接线盒的下部，另一个接地点在与第一点接地点相差 180° 的位置上。

(18) 轴承和轴承座

电动机轴承采用高品质滚动绝缘轴承，轴承的构造应该防尘防水并且防止任何润滑剂进入绕组。所有的电动机轴承一般应该遵守以下规定：

具有轴承座的电动机应有和底板绝缘的轴承座并且在驱动侧末端的基础应有一个可拆卸的接地带。

轴承应装配上油或“涂油”装置以便无需拆卸电动机即可给轴承座强迫上油。并且提供在运行之前无需‘排油’并可作调整等说明书。

电动机‘铭牌’上应注明有合适使用的抗磨轴承厂商协会的牌号。这些轴承的设计应遵照抗磨轴承厂商协会的标准并在承受驱动设备负荷状态下轴承应有额定最小寿命(L-10)100000 小时。如果发包人要求，供货商应提供在额定使用寿命确定的情况下的基本原理的介绍以及此类产品在实际应用中的性能记录。

对于变频电机，因变频器固有的高频电压导致电机轴上产生电压，要采用绝缘轴承或者绝缘端盖的方式防止轴电流损害轴承。

(19) 联轴器

联轴器由水泵制造商配套，详见 3.2 的要求。

(20) 基础件

所有永久性的基础件，包括埋于混凝土的锚定螺栓，或在混凝土浇筑过程中用于固定或支撑部件的锚定螺栓以及全部千斤顶、拉杆、楔形板、螺栓拉紧器、锚环、水准螺丝、底板、埋入基础板、楔形板和拉筋等，应按合同规定的时间供货。

埋设部件的设计，应当使部件埋入时能牢固地将部件定位。

(21) 旋转方向

三相电动机应在接线端标记与铭牌上标识的指定旋转方向相对应的‘相序’以及用箭头指出旋转方向。

4.2.3 定子

(1) 机座

1) 机座应有足够的强度和刚度，使其在制造、运输、安装时能承受各种力的作用而不产生损伤和不超过允许的变形。供货商应在投标书中注明结构形式。

2) 机座设计时，应考虑使定子铁芯、定子绕组各部位得到良好的通风效果。

3) 机座要承受电动机整体重量、电动机的径向力和电磁力矩。

4) 定子机座应满足电动机整体起吊的要求。供货商应提供起吊器具。

5) 定子机座应满足电动机定子整体运输的要求，不允许分瓣。

(2) 定子铁芯

1) 定子铁芯应采用高导磁率，低损耗，无时效的优质冷轧硅钢片叠压而成。每片硅钢片应无毛刺，两面涂 F 级绝缘材料以减低涡流损失。

2) 定子铁芯的通风沟应布置得使气流顺畅平稳，让定子铁芯充分冷却，风阻损耗小。

3) 定子叠片应严格按 2.2.2 和 2.4.2 的相关规定，为保证铁芯叠压质量，应对叠片逐层压紧，并保证在各种稳定工况下，铁芯叠片不存在可觉察的蜂鸣声，铁芯压板和压指、穿心螺栓、螺帽和垫圈都应用非磁性材料制造。

4) 应有保证措施适应铁芯热膨胀，防止铁芯翘曲和机座受力过大。

5) 定子与转子气隙均匀并符合 2.2.2 标准要求。

(3) 定子绕组

1) 电动机的定子绕组采用星形连接。绕组绝缘应不低于 IEEE 及 IEC34-0 的 F 级绝缘要求。绝缘应用真空压力法成形工艺的热固性 F 级绝缘。绝缘材料应具有良好的电气性能、机械性能、抗老化、耐潮湿性能和具有不燃或难燃特性。难燃特性符合 IEC 要求。

2) 电动机的定子绕组的所有接头和连接均采用银铜

焊工艺，主引出线和中性点引出线引至机壳上各自的接线盒内，接线盒内须加绝缘板防护。

3) 电动机定子绕组应为无氧铜导体，铜的纯度不低于99.9%。定子绕组每相应至少埋设2个Pt100电阻型检温计(1用1备)。

4) 绕组应具有良好的防电晕和耐电腐蚀能力，在槽部、端部等部位应采取防晕措施。

5) 定子绕组导体材料应为退火铜，其导电性能符合标准，没有毛刺、裂纹、粗糙的斑点或尖角。

6) 定子铁芯压板和压指、穿心螺栓、螺帽和垫圈都应用非磁性材料制造。

4.2.4 转子

(1) 转子应按具有结构合理、紧凑，有良好的电磁和通风性能。整个转子的设计和制造应能安全承受最大反转转速2min而不产生任何有害变形及接头开焊等情况。此时，转子材料的计算应力不超过屈服应力的2/3。

(2) 转子加工后应校正动平衡。

(3) 转子所有焊接部份应采用100%X光无损探伤。

(4) 转子为鼠笼转子，鼠笼棒采用铜或铜合金棒。铜棒与槽配合紧密，任何工况下不发生松动，铜棒与端环焊接可靠，不允许有虚焊。

(5) 转子组装后，外圆半径的最大值或最小值分别与其

平均半径之差不大于设计空气间隙的 $\pm 5\%$ ；定子和转子间的气隙，其最大值或最小值与其平均值之差不应超过平均值的 10% 。

4.2.5 主轴

(1) 主轴应有足够的强度和刚度以承担正常和非正常运行情况下作用于轴上的各种

转矩和力，并使应力、挠度均在允许范围之内，以保证泵组的安全和正常运行。

(2) 电动机主轴合金结构钢(不低于 20SiMn)材料制成。主轴应进行强度计算，保证有足够的强度和刚度，在各种工况下运行不产生有害振动和变形。

(3) 水泵与电动机连接在一起时轴系的临界转速不小于最大瞬态转速 1.25 倍。

(4) 水泵与电动机连接后，应进行旋转检查，必须确保水泵与电动机轴加工后的同心度，主轴的摆度公差应符合 ISO3555—B 标准中的有关主轴摆度的车间检查公差的规定，确保泵组振动在允许的范围内。

4.2.6 接地

电动机应具有可靠的接地点，并应有指示接地点的明显标志。此标志应保证在电动机使用期内不易脱落、磨灭。

4.2.7 自动化元件配置及要求

(1) 电动机自动化元件应能配合机组计算机监控系统

实现就地控制、远程控制和数据采集的要求。

(2) 预留电机轴承垂直、水平与轴向测点的振动监测传感器安装位置。

(3) 水泵的保护

以下列出了电动机的保护相关内容，但不限于此。供货商应为电动机配置完整的保护系统。

一 水泵轴承温度保护

保护出口应引至保护控制系统，用于报警或跳闸。

预留水泵轴承垂直、水平与轴向测点的振动监测传感器安装位置。

(4) 自动化元件的一般要求

为保证机组稳定运行的各种自动化元件，应采用高品质的产品，产品技术要先进可靠；电气接点数量要足够，并且满足监控要求，接点在直流 220V，交流 220V 电压下应具有 3A 的断流能力；同类型的变送器应有互换性，其精度应满足使用条件的要求。机组各类型的自动化元器件、变送器，使用安全电压等级。各自动化元件的动作值在现场应便于调整，且不受水泵机组振动的影响。机组相关的自动化监测项目及所选各自动化元件的规格型号应在投标文件中详细说明。

4.2.8 电机的涂层保护措施

设备的防腐处理和喷涂工艺应在制造厂内完成，所有暴

露在大气中未加工部件表面经处理后，刷两层防锈底漆，涂层厚度大于 $200\ \mu\text{m}$ ，小于 $350\ \mu\text{m}$ ，喷涂标准应符合国际和制造厂所在国的标准。

4.2.9 动力电缆、控制电缆和测量电缆

供货商提供设备中的动力电缆、控制电缆、测量电缆及变频电缆均为阻燃电缆。4 芯以上的控制电缆应留有 10%~20% 的备用芯线，芯数多的电缆取低值，但备用芯数不小于 2。供货商应提供设备的内部连接电缆，并连接到供货商供应的端子箱或控制盘（柜）。供货商提供的所有控制电缆应留有足够的长度，以便在原来的端接头断掉时，能重新进行端接。位于设备外的电缆应敷设在与主设备同颜色的金属槽里。

1、动力电缆

- 1) 交流 380V、220V 和直流 220V 动力电缆应为铜导线，有 PVC 绝缘和 PVC 保护层。

2、控制电缆

- 1) 多芯控制电缆应是圆形铜导线，有 PVC 绝缘、PVC 护层，要求适用于全部控制、保护、指示、仪器和报警电缆，这些回路的电缆所承受实际负载应小于电缆额定容量的 35%，截面不能小于 1.5mm^2 。
- 2) 控制电缆都应是圆形铜导体，有 PVC 绝缘、PVC 护层、黄铜带（或钢带铠装）。

- 3) 低电平信号和固态电路的多芯控制电缆应是双绞 PVC 绝缘、PVC 护层和屏蔽电缆。

3、变频电缆

- 1) 变频电缆应具备良好的抗干扰性能和足够的耐电压等级。
- 2) 变频电缆应采用特殊设计的屏蔽结构,以减少电磁干扰对电缆和连接设备的影响。
- 3) 变频电缆的导体应采用铜导线,绝缘材料应具有良好的耐热性和耐化学性,以适应变频器输出的 PWM (脉宽调制) 信号。
- 4) 变频电缆的外护套应具备耐磨、耐油、耐化学腐蚀等特性,以适应恶劣的工业环境。

4.2.10 其它

上述未提到、但与电动机整体性有关或影响电动机正常运行的其它设备、材料应包括在供货范围内,其费用包括在总价中。

5 检验及验收

5.1 检验、验收程序及标准

5.1.1 水泵真泵试验

一、试验项目

(1) 性能试验

- 1) 供货商应负责对所提供的水泵和电动机进行真泵试

验，真泵试验在优先在制造厂试验台进行，制造厂的试验台需有国家认证的一级实验精度证书，在同一型号泵组中随机抽取一台进行试验。水泵交货前一月供货商负责监督电机供应商把一台带有试验用的效率和功率因素曲线的电机送到水泵厂或双方认可的第三方试验台所在地，供水泵出厂试验用。供货商应负责实验过程中设备的运输与装拆工作。试验项目应符合厂家所提供的 $Q-H$ 、 $Q-N$ 、 $Q-\eta$ 曲线的合乎程度，其中包括：

- 流量试验；
- 0 扬程试验；
- 0 水泵轴功率试验；
- 0 水泵效率试验；
- 0 振动与噪声测量。

供货商应在设备装运前提供详细的上述试验报告。

2) 流量、扬程、效率、轴功率等的试验应在无汽蚀条件下进行，全部特性试验应包括泵房的全部扬程(包括封闭扬程)和流量范围。测点数目按《回转动力泵水力性能验收试验 1 级、2 级和 3 级》(GB/T 3216)真泵试验规定合理分布在整个性能曲线上。

3) 试验应包括对应于真泵最高、设计、最低扬程、封闭扬程及最优工况点的测试。

(2) 汽蚀试验

1) 汽蚀试验应对包括规定流量点、平均流量点和最低流量点在内的不同点进行试验。

2) 汽蚀试验时对每个工况点测量流量、扬程、转速、轴功率、进口压力和水温值，并绘制 $Q - NPSH$ 、 $H - NPSH$ 、 $N - NPSH$ 、 $\eta - NPSH$ 曲线。

(3) 水泵真泵验收试验

★1) 试验及验收按《回转动力泵 水力性能验收试验 1 级和 2 级》(GB/T 3216) 中 1 级规定进行。验收平台应获得《回转动力泵水力性能验收试验 1 级、2 级和 3 级》(GB/T 3216) 中要求的 1 级精度认证，验收试验的内容应包括：仪器仪表的检定，各试验项目成果的复测。具体试验内容由供货商在水泵真泵验收试验大纲中写明。

2) 验收试验的标准为流量、扬程、效率、轴功率、气蚀余量等测量值达到投标保证值的要求。

3) 如果真泵性能不满足保证值，供货商应修改并重新进行真泵验收试验，因此引起的一切费用由供货商支付。供货商不得因重新试验推迟交付期和增加费用。若重新试验仍不满足保证值，如发包人接受，则按第 5.1.3 款或商务部分有关条款规定处理。如发包人不同意接受，则发包人有权拒收并终止合同，由此造成的损失应由供货商负责赔偿。

4) 供货商应为 3~5 名发包人代表在 3~7 天时间内参加真泵试验验收提供交通、住宿、膳食和工作方便，其费

用单列，并计入投标报价中的相关项目内。

5) 真泵试验验收经发包人签字认可后，水泵方可发运至供货地点。发包人的签字认可，并不免除供货商的责任。

二、真泵试验报告

最终试验报告按照 IEC 规定编写。

(1) 供货商应在验收后 21 天内完成最终试验，提交一式 4 份真泵最终试验报告给发包人。

(2) 供货商所提交的试验报告内容应包括：

—— 试验项目、试验目的、试验人员名单、测量仪表的率定证书、试验方法、试验程序、试验数据和计算公式；

—— 水泵特性曲线(效率特性曲线，汽蚀特性曲线，泵全特性曲线等)，包括扬程、流量、轴功率、效率、汽蚀余量等参数的关系曲线及水泵实际运行特性曲线；

——全部测量结果的汇总。

三、第三方试验台复核试验

(1) 发包人保留在第三方独立试验台上进行真泵复核试验的权力。

(2) 如果发包人认为有必要做真泵复核试验，复核试验应在水泵质量保证期内进行。独立试验台应由发包人选定。

(3) 独立试验台的复核试验，应按照《回转动力泵水力性能验收试验 1 级、2 级和 3 级》(GB/T 3216)的规定进行。

(4) 在试验进行之前, 供货商负责将整个泵组运到发包人选定的试验台。试验的内容与第 5.1.3 节相同。

(5) 若复核试验成果符合供货商的保证值时, 复核试验的全部费用由发包人支付; 若试验结果没有满足保证值, 供货商应支付复核试验有关的全部费用(含 5 名发包人代表目击此项试验的全部交通、食宿等费用), 并按商务部分有关条款处理。

四、水泵真泵试验验收的时间

水泵真泵试验验收的时间应由供货商和发包人商定, 如果达不成协议, 则由发包人确定试验日期。供货商应在真泵试验前 45 天将真泵试验验收的试验大纲和时间安排表提供给发包人, 并向发包人提出赴制造厂商所在地参加真泵试验的邀请函, 同时协助发包人办理前往制造厂所在地的相关手续。真泵试验验收的时间应尽量安排在水泵出厂验收前, 并尽量靠近水泵出厂验收时间。

5.1.2 水泵工厂检验

一、概述

工厂检验应有发包人代表见证, 供货商应至少在项目开始前 45 天书面通知发包人。供货商向发包人提出 4 份水泵工厂检验大纲。如果发包人未按时到达工厂, 供货商可视为发包人在场开展检验工作, 并及时将检验报告送给发包人。检查、装配和试验的设备、仪器由供货商解决。

工厂检验大纲包括：

- 1) 检验项目；
- 2) 检验方法；
- 3) 水泵各零部件设计、制造、测试情况；
- 4) 检测设备的精度等级及仪器、仪表的标定证明；
- 5) 有关的资料文件等。

二、工厂组装及检验

所有铸件、锻件、板材等材料的机械性能和化学成分，供货商按有关技术条款的规定和验收标准在制造厂进行检查验收。

(1) 水泵零部件的几何尺寸、形状与位置公差、表面粗糙度、波浪度等检查；

(2) 叶轮的主要尺寸，叶片的过流表面粗糙度和波浪度等检查；

(3) 叶轮和泵轴的无损探伤检查；

(4) 叶轮的静平衡试验，整套转动部分的动平衡试验；

(5) 蜗壳流道尺寸、表面粗糙度及叶片外缘的间隙检查；

(6) 叶轮与泵轴应进行工厂装配检查。检查泵轴与叶轮的同轴度和垂直度，以泵轴轴线为中心，检查叶片外缘的同轴度；

(7) 轴承的装配检查；

- (8) 水泵其它主要部件的装配检查；
- (9) 水泵总预装配检查；
- (10) 泵壳打压试验；
- (11) 水泵各铸件的无损探伤检查；
- (12) 水泵各焊缝的无损探伤检查；
- (13) 供货商应对所有部件采用的材料和协作件、外购件、标准件的质量进行检查验收，并负完全责任；
- (14) 所有的工厂装配和检验均应记录存档，并有质检合格证书；
- (15) 其它；
- (16) 工厂装配和试验项目见表 5.1-1。

表 5.1-1 工厂装配和试验项目表

序号	名称	材料试验			制造过程与最终检查				其它检验
		机械性能	化学成分	硬度试验	探伤	工艺质量 外观检查	尺寸检查	动作试验	项目及备注
1	叶轮	√	√	√	√	√	√		型线检查 静平衡试验
2	水泵轴	√	√	√	√	√	√		
3	转动部分								动平衡试验
4	主轴连接螺栓	√	√	√	√	√			
5	叶轮与轴装配						√		同心度
6	水泵壳体	√	√		√	√	√		打压试验
7	口环	√	√	√	√	√	√		
8	轴承	√			√				局部装配
9	主轴密封								局部装配
10	其它								外观、尺寸检查

5.1.3 水泵出厂验收

一、概述

(1) 出厂验收包括文件验收与实物验收。通过出厂验收检验设备设计、制造、工艺、质检等满足合同规定和有关规范的要求。实物验收包括主要部件检验验收、水泵整体组装验收以及泵组的联机测试等。

(2) 真泵的出厂验收包括文件验收与实物验收，并形成出厂验收报告。

(3) 合同生效后 12 个月内，供货商应提出 4 份出厂验收计划交给发包人。供货商应和发包人商定出厂验收日期。如果达不成协议，则由发包人确定试验日期、供货商应在出厂验收开始前 45 天向发包人提出试验大纲。在出厂验收结束后 14 天，供货商提供 4 份验收记录和报告给发包人。

二、文件验收

(1) 制造厂应提供产品出厂总结报告，包括设计、工艺、质检报告等。

(2) 设计报告应说明有无与合同相冲突的重大设计修改。

(3) 工艺报告应说明有无与合同相冲突的重大工艺修改。

(4) 质检报告应统计主要零件合格率、说明有无代替品等。

(5) 质检报告应说明产品设计、原材料、外协件、制造工艺、质量检验以及加工装配精度等方面是否达到合同要求。

5.1.4 水泵现场试验

一、概述

供货商需书面承诺已清楚了解泵组安装现场的环境(至少包括现场海拔、气温、输送介质、发包人提供的相关图纸及说明、水泵的进出口流道情况、阀门流量计等的安装配置情况、测量仪表的精度情况等), 发包人准备的测试仪表包括: 0.5 级精度的电磁流量计、0.5 级精度压力表、0.5 级精度输入电机功率表等, 在泵组安装精度符合供货商标准要求的前提下, 供货商不得以现场环境和泵组安装精度为由拒绝承认现场试验结果。

(1) 供货商应负责将工厂验收合格后的设备(包括电动机等)安全运抵发包人安装现场。要求供货商在送货前, 水泵厂和电动机厂在实验平台先进性联动试验和试运行, 确认无问题后, 再发往安装现场。设备现场试验包括每台泵组的现场安装试验、联动调试、试运行、特性试验, 通过现场试验验证设备的性能保证值。在供货商负责现场安装、试运行的技术指导下, 由安装承包商进行。

(2) 供货商应对现场试验的安全、质量和合同中规定的各项保证负全部责任。供货商应供给试验所需的专用试验仪

表和设备，该设备和仪表应附有率定证明文件。供货商有义务提供专用试验仪器仪表和设备。

(3) 供货商应根据安装进展情况在具备现场试验条件前 15 天内，提交 4 份现场试验计划及大纲给发包人。在具备现场试验条件后，由甲方确定开始试验的日期。在试验结束后 30 天内，供货商提供 4 份试验记录和报告给发包人。

二、试运行试验

(1) 机组设备安装完毕，由发包人组织泵组供货商、安装承包商、设计方进行水泵试运行。

(2) 经现场先对各附属系统进行检测调试，在确信各系统设备已经安装调试就绪，即可投入充水试验。在供货商协助下，对设备进行检查并完成运行试验，以确信设备安装调试就绪，并能安全正常地投入连续运行。

(3) 运行试验包括所有的泵组都需进行。在试运行期间将进行泵组的噪音等级测定和泵组的振动测试。泵组的运行试验指 7 天内累计运行 72 小时或连续运行 24 小时，停机检查，未发现异常，再连续稳定进行 30 天考核期运行。最终的验收证书将按商务条款中的规定签发。

三、性能测试

供货商负责试运行期间特性参数验收测试、协助保证期内的性能验收测试。

测试标准：除非另外特别指定，现场试验将依据《回转

动力泵水力性能验收试验 1 级、2 级和 3 级》(GB/T 3216) 所述的验收试验规范进行。

四、试验

☆噪音检测试验

泵的噪音应用噪声水平计进行测量，并符合 ISO3746 或 IEC651 规定要求，声压水平应用 dB(A) 计量。

☆振动检测试验

所有的旋转部件应达到动态和静态平衡，当转速增至最大转速时，以及荷载达到最大值情况下，设备内任何部位不会引起不良振动，或者把振动传到相邻的结构件上。衡量振动程度所采用的指标为振动速度的 RMS 值，以 mm 计。

测量振动量的仪器应根据 ISO2954 旋转和往复运动机械的机械振动、振动量测量仪器的要求进行配置。旋转电动机的振动量幅度应符合 ISO2373 标准或者 IEC34- 14 标准。

☆现场试验报告

试验报告的内容包括：试验项目、每项试验的日程表、试验目的、试验的记录单、试验仪表和设备的检查及率定、试验方法、试验程序、试验表格、计算实例、计算公式和各种曲线、全部测量结果汇总，最终成果的修正和调整、测量误差说明及试验结果的说明和结论。

5.1.5 电机试验

一、概述

(1) 本节所述的试验包括工厂试验和检验及现场试验，工厂试验和检验包括电动机的检查试验和型式试验。工厂试验和检验在供货商工厂车间内或试验室内进行，其中一部分项目必须有发包人代表在场参加（具体项目由双方协定）。所有试验结果均有正式结论。

(2) 供货商应提出每个试验项目的试验大纲及时间安排，并须经发包人同意，试验大纲包括如下内容：

- 1) 检验和试验项目；
- 2) 检验和试验方法；
- 3) 试验所采取的标准、规范；
- 4) 试验使用仪器和设备的型号、规格、精度。

(3) 供货商投标时应提供型式试验和检查试验清单。

二、电动机及其附属设备试验项目

1) 工厂检查试验项目

供货商须按有关规范对电动机采用的关键材料和主要部件进行样品试验和制造过程检验，并向发包人提供有关试验、检查报告，每台电动机出厂前必须进行下列试验。

- (1) 绕组对机壳及绕组相互间绝缘电阻的测定；
- (2) 绕组在实际冷状态下直流电阻的测定；
- (3) ★堵转试验；
- (4) ★交流耐电压试验；
- (5) ★整机起晕电压试验；

- (6) ★匝间冲击耐电压试验；
- (7) ★空载试验；
- (8) ★振动的测定；
- (9) ★转子动平衡试验等。

除上述检查试验外，还应包括供货商认为必须增加的检查试验项目。

2) 型式试验项目

随机抽取一台做型式试验。

- (1) 温升试验；
- (2) 效率曲线、功率因数曲线及转差率的测定；
- (3) 噪音的测定；
- (4) 短时过转矩试验；
- (5) 转动惯量的测定；
- (6) 最小转矩的测定；
- (7) 最大转矩的测定；
- (8) 额定电流. 启动电流. 空载电流的测定。