

山西省地方标准

引黄灌溉泵站改造技术规范 编制说明

(征求意见稿)

运城市尊村引黄灌溉服务中心

中国灌溉排水发展中心

2022年8月

目 录

1、工作简况	1
2、制定标准的必要性和意义	2
3、主要起草过程	4
4、制定标准的原则和依据，与现行法律、法规、标准的关系	6
5、主要条款的说明，主要技术指标、参数、试验验证的论述	7
6.重大意见分歧的处理依据和结果	266
7 采标情况	26
8 作为推荐性标准的建议及其理由	26
9 强制性标准实施的风险点、风险程度、风险防控措施和预案 ..	27
10 实施性标准的措施	27
11 其他说明事项	27

1、工作简况

1.1 任务来源

本标准属山西省 2021 年第二批省级地方标准制修订项目，由山西省水利厅提出，运城市尊村引黄灌溉服务中心、中国灌溉排水发展中心合作编制，山西省水利标准化技术委员会归口。本标准主要在总结分析和借鉴“十一五”国家科技支撑项目—灌区大型泵站改造关键技术研究课题（2006BAD11B07）、“十二五”国家科技支撑项目—大中型灌排泵站改造与高效运行关键技术研究及设备课题（2012BAD08B03）、引黄灌区大功率泵站改造技术研究与示范子课题（2015BAD20B03-04）、高扬程双吸离心泵站现场测试子课题（2015BAD20B01-05）等多项研究成果和 2009 年以来实施的全国大型灌溉排水泵站更新改造项目经验的基础上，借鉴国内外相关领域的研究和技术成果进行编制。

1.2 起草单位与协作单位

起草单位：运城市尊村引黄灌溉服务中心

协作单位：中国灌溉排水发展中心

1.3 起草人员及所做的主要工作

本标准的主要起草人：李端明 赵永安 吴文勇 孙耀民

许建中 许盼盼 郭运生 李 娜

龚诗雯 任慧媛 张 超 潘 博

乔 雷

主要起草人：标准组成人员有参加相关标准编制的经历和工作经验，组成人员基本情况如下表 1。

表 1 标准主要参加单位及人员

序号	姓名	工作单位	专业	职称/职务	分工
1	李端明	中国灌溉排水发展中心	水利工程	教 高	主编人 负责人
2	赵永安	运城市尊村引黄灌溉服务中心	水利工程	高级工程师	编写人
3	吴文勇	中国水利水电科学研究院	水利工程	教 高	编写人
4	孙耀民	运城市尊村引黄灌溉服务中心	水利工程	高级工程师	审稿人
5	许建中	中国灌溉排水发展中心	水利工程	教 高	审稿人
6	许盼盼	运城市尊村引黄灌溉服务中心	水利工程	工程师	修改人
7	郭运生	运城市尊村引黄灌溉服务中心	水利工程	工程师	参与部分工作
8	李 娜	中国灌溉排水发展中心	水利工程	工程师	参与部分工作
9	龚诗雯	中国灌溉排水发展中心	水利工程	工程师	参与部分工作
10	任慧媛	运城市尊村引黄灌溉服务中心	水利工程	工程师	校对入
11	张 超	运城市尊村引黄灌溉服务中心	水利工程	工程师	校对入
12	潘 博	中国灌溉排水发展中心	水利工程	工程师	收集资料
13	乔 雷	运城市尊村引黄灌溉服务中心	水利工程	工程师	收集资料

2、制定标准的必要性和意义

据不完全统计，目前我国已建成引（抽）黄灌溉的高扬程泵站主要分布在山西、内蒙古、陕西、甘肃、宁夏等五省区，共有泵站约 31000 多处，装机功率 310 多万千瓦。另外，在河南、山东等省也还有少部分引黄灌溉的高扬程泵站，但数量相对较少。五省区的泵站中绝大部分从黄河及其支流引水灌溉，灌溉面积约 1940 万亩，为改善当地农业生产条件、居民生活条件、生态环境和促进农业增效、农民增收、农村经济乃

至经济社会发展等做出了重大贡献。但是，这些泵站大多建于 20 世纪 80 年代，限于当时的经济、技术等条件，设备选型不配套、施工质量不可靠，建设之初就形成了“先天不足”；重建轻管，加之黄河水泥沙含量大使进出水建筑物淤积和水泵磨蚀严重等，又引起“后天失调”，导致工程老化失修、功能下降、效益衰减和装置效率低、运行能耗高等问题突出，从而使引黄灌溉泵站运行的可靠性和稳定性差、安全运行无保障，工程整体效益长期得不到有效发挥。“十一五”期间，国家首次将灌区大型泵站改造关键技术研究课题（2006BAD11B07）列入国家科技支撑计划进行研究，“十二五”又相继将大中型排灌泵站改造与高效运行关键技术与设备课题（2012BAD08B03）、引黄灌区大功率泵站改造技术与示范课题（2015BAD20B03-04）、高扬程双吸离心泵站现场测试课题（2015BAD20B01-05）等列入国家科技支撑计划进行研究，形成了一批引黄灌溉泵站改造方面的技术成果；2009 年国家启动了包括上述五省区大型高扬程梯级灌溉泵站在内的全国大型灌溉排水泵站更新改造工作，积累了引黄灌溉泵站改造方面的先进、实用经验。国内外大量实践证明，引黄灌溉泵站改造可以有效解决泵站进出水池泥沙淤积、水泵磨蚀和水泵机组运行稳定性差等问题，从而提高泵站装置效率和运行安全稳定，降低泵站能耗，促进黄河水资源的合理配置和节约型社会建设，促进我国“碳达峰、碳中和”目标的实现。虽然近几年我国对大型灌溉排水泵站改造的投入不断加大，但对于量大、面广的引黄灌溉泵站来说，改造工作还尚处于起步阶段，引黄灌溉泵站改造还无标准、规范可依。因此，解决引黄灌溉泵站改造标准制定中的关键技术问题成为研究的重点。

随着山西省经济社会发展，特别是国家对粮食安全的高度重视和农业及农村经济作物的发展，以及国家生态环保的要求越来越高，灌溉、生态等用水量逐年增加，但山西省沿黄河及支流的广大地区，水低地高，需要大量的、高效的泵站提引水，以解决日趋紧张的用水问题。

黄河是世界上含泥沙量最大的河流，根据 2010 年实测资料显示，黄河水文代表站一潼关站多年平均输沙量为 105000 万吨，多年平均含沙量 8.65 kg/m^3 。自黄河干、支流引水的泵站普遍存在进水池泥沙淤积、水泵磨蚀、水泵选型不尽合理、出水池设计不合理等问题。因此，编制山西省地方标准—引黄灌溉泵站改造技术规范，将进一步规范引黄灌溉泵站改造工作，统一改造技术要求，确保改造后泵站安全、高效、经济运行，充分发挥效益。

3、主要起草过程

运城市尊村引黄灌溉服务中心联合中国灌溉排水发展中心，从 2021 年 4 月开始组织国内和山西省相关领域的专家学者参与本标准的编制。工作组成员查阅了大量的引黄灌溉泵站领域国内外研究进展及成果，多次以讨论会、微信、电话和视频会议等方式，对本标准的编制大纲和内容进行了研讨，对国内相关领域的知名专家进行了咨询，山西省水利标准化技术委员会组织审查，最终明确了引黄灌溉泵站改造基本规定、规划复核、建筑物改造、设备改造、管理设施改造、工程施工及验收、效果评估等方面作为主要章节编写内容。

2021 年 4-5 月，成立了编写组，完成了本标准编写大纲，编写人员按照分工收集相关资料，完成本标准申报草案初稿并上报；

2021年5-6月，编写组根据申报草案初稿立项审查要求，讨论修改完善形成本标准草案，完成申报立项；

2021年7-12月，编写组按照标准草案立项审查要求，讨论研究本标准草案需要修改完善成征求意见稿的内容，并通过微信、邮件及电话咨询等方式，多次征求相关单位专家意见；

2022年1-5月，编写组征求到修改意见和建议进行了整理讨论，并根据意见和建议进一步收集资料，编写标准征求意见稿（第一次）并上报；

2022年7月26日-28日，山西省水利标准化技术委员会在太原组织开展关于《引黄灌溉泵站改造技术规范》专家初审会议，会议就规范编制必要性、参考价值、适用性以及结构内容进行了初审，并有针对性的提出了修改意见。

2022年8月，编写组根据本标准征求意见稿专家审查意见，对标准结构进行了调整，完善了管理设施改造、工程施工及验收等章节内容，将有关技术参数及指标与国家现行有关标准进行统一，对本标准进行了修改完善，形成《引黄灌溉泵站改造技术规范》征求意见稿并上报。

2022年 月，山西省水利标准化委员会对本标准征求意见稿在全省范围内征求意见，并分类总结形成本标准征求意见稿修改说明。

2022年 月，根据山西省水利标准化委员会对本标准征求意见稿在全省范围内征求意见稿修改说明，进行修改完善，形成《引黄灌溉泵站改造技术规范》送审稿（第一稿）并上报。

2022年 月 日- 日，山西省水利标准化委员会组织对本标准送审稿（第一稿）进行技术审查，提出专家审查意见。

2022年 月，编写组根据本标准送审稿审查专家意见，进行修改完善，形成本标准报批稿并上报，并按照要求组织进行发布。

本标准（报批稿）包括范围、引用性规范文件、术语和定义、基本规定、规划复核、建筑物改造、设备改造、管理设施改造、改造工程施工及验收、改造效果评估共 10 章。其中，基本规定对引黄灌溉泵站改造总体要求、改造原则及内容、改造条件和主要技术参数等进行了规定；规划复核规定了引黄灌溉泵站基本情况调查、设计标准和设计流量复核、特征水位和特征扬程复核等内容；建筑物改造规定了引黄灌溉泵站建筑物改造的一般规定和进水建筑物、泵房、压力管和管坡，出水建筑物、附属建筑物等几方面内容；设备改造部分规定了引黄灌溉泵站设备改造的一般规定和主水泵、主电动机及传动装置、其他设备及金属结构、自动化与信息化改造等几方面内容；管理设施改造规定了引黄灌溉泵站管理设施改造的一般规定和工程观测设施、交通设施、通信设施、生产保障设施、环境及绿化改造或新建等方面的内容；改造工程施工及验收规定了引黄灌溉泵站改造工程建筑物施工、设备安装和工程验收等方面的内容；泵站改造效果评估对引黄灌溉泵站改造效果评估依据、评估内容及方法等进行了规定。

4、制定标准的原则和依据，与现行法律、法规、标准的关系

本标准制定遵循“安全、高效、经济”的基本原则。引黄灌溉泵站改造技术规范主要依据国家现行的泵站设计、改造、施工、安装、验收、运行管理、安全鉴定、现场测试等方面的标准和国外相关标准，目前我国已经制定《泵站设计规范》（GB 50265-2010）、《泵站更新改造技术规

范》(GB/T 50510-2009)、《水利泵站施工及验收规范》(GB/T 51033-2014)、《泵站技术管理规程》(GB/T 30948-2014)、《泵站设备安装及验收规程》(SL 317-2015)、《泵站安全鉴定规程》(SL 316-2015)、《泵站现场测试与安全检测规程》(SL 548-2012)和《水利水电建设工程验收规程》(SL 223-2008)等指导我国泵站改造的规范与标准。但是尚未针对引黄灌溉泵站特点制定泵站改造技术标准,不利于引黄灌溉泵站的安全、高效、经济运行。因此,以上述标准为依据,围绕引黄灌溉泵站的特点提出相应的改造技术要求,可为推进引黄灌溉泵站改造后的安全、高效、经济运行和充分发展工程效益等提供重要依据。

5、主要条款的说明,主要技术指标、参数、试验验证的论述

5.1 第4章:基本规定

(1) 4.1:改造总体要求

——4.1.1:本条规定了对多级或多座泵站组成的引黄灌溉泵站系统,可按整个系统的分等指标确定该系统(通常称为一处泵站)泵站等别,但该系统中的每一座泵站的建筑物等级和防洪标准,要按该座泵站的分等指标确定。

——4.1.2:对于存在重大技术问题的引黄灌溉泵站,开展专题研究是为了避免更新改造的盲目性,确保达到改造的效果。重大技术问题指泵房失稳、地基沉陷、进出水建筑物淤积及流态恶化、水泵泥沙磨损严重、水泵及出管振动严重、发生水锤等突出问题。专题研究的内容包括对存在问题的设施设备进行性能测试、安全检测、CFD计算分析、物理模型试验等,查明原因,提出可行的改造方案和措施。

——4.1.5 泵站改造工程抗震设计时,地震烈度应按现行国家标准

《中国地震动参数区划图》GB18306 确定。

(2) 4.2: 改造原则及内容

——4.2.2: 本条在总结我国 2009 年以来实施的大型灌溉排水泵站更新改造项目中山西、内蒙古、陕西、甘肃、宁夏等省（区）引（抽）黄泵站改造经验的基础上，提出了引黄灌溉泵站改造的原则。

泵站改造应以运行安全、节能高效、防灾减灾、满足生产需要和提供优质服务为目的，依靠科技进步，积极采用新技术、新材料、新工艺、新设备，提高泵站运行的可靠性和装置效率，降低能源消耗，以求得更加经济合理的工程效益和社会效益。

泵站改造必须与区域或流域经济社会、水利发展、生态环境保护等总体规划相适应，改造后的泵站应在 10~15 年内仍能发挥较好的效益，并在同类泵站中仍具有相当的技术水平和较高的运行可靠性。

泵站改造，特别对多级或多座泵站组成的引黄灌溉泵站系统中的单座泵站，设备是更新还是改造，建筑物是除险加固还是拆除重建，它涉及到泵站改造的标准和投资问题，与泵站本身的功能是否失效、地方的经济发展水平、泵站地位的重要性、在流域或灌排区规划中的合理性等有关。对需要拆除重建（包括拆小站建大站、两级及以上的多座站合并建为一级站）或扩建的泵站，除有安全鉴定结论外，还要在可行性研究报告、初步设计报告中进行详细的方案论证，以说明泵站拆除重建的必要性和合理性。

——4.2.3: 本条在总结我国 2009 年以来实施的大型灌溉排水泵站更新改造项目中山西、内蒙古、陕西、甘肃、宁夏等省（区）引（抽）黄泵站改造经验的基础上，提出了引黄灌溉泵站改造的内容。

本条所指的改造内容，主要是指泵站枢纽部分的建筑物、机电设备、管理设施以及泵站管理的输变电设施等，电费是引黄灌溉泵站运行的主要成本之一，节能对于引黄大功率泵站来说尤其重要，故本条对泵站节能专项改造内容也进行了规定。另外，泵站灌溉区配套的建筑物，如路、桥、涵、闸、渠等，均不属泵站改造内容。

(3) 4.3: 改造条件

本节主要结合引黄灌溉泵站的特点，依据国家现行标准《泵站设计规范》(GB 50265)、《泵站技术管理规程》(GB/T 30948)、《泵站安全鉴定规程》(SL 316)及相关标准的有关规定，对引黄灌溉泵站建筑物、机电设备和金属结构的改造条件进行了规定。

(4) 4.4: 主要参数指标

——4.4.1: 本条对引黄灌溉泵站改造后的建筑物完好率、设备完好率进行了规定。本条表 1 中的技术指标与 2018 年水利部组织修订的国家标准《泵站设计规范》(GB 50265)中关于大中型泵站更新改造后的建筑物完好率、设备完好率是一致的。(注: 2018 年修订的《泵站设计规范》已于 2018 年 9 月 26 日通过水利部组织的审定, 报国家标准委, 待发布。本标准参编单位—中国灌溉排水发展中心是《泵站设计规范》2018 年修订的主要参编单位, 掌握《泵站设计规范》2018 年修订的内容。)

——4.4.2 本条依据国家标准《泵站更新改造技术规范》(GB/T 50510-2009)的规定, 对引黄灌溉泵站改造后的装置效率进行了规定。

本条表 2 中的技术指标与《泵站更新改造技术规范》(GB/T 50510-2009)不同的是,《泵站更新改造技术规范》对离心泵是按抽送清和含泥沙水将装置效率分 60%和 55%两档, 而本标准对离心泵是按进口

直径大于等于 800mm 和小于 800mm 将装置效率分 60%和 55%两档。这是因为：一是《泵站技术管理规程》（GB/T 30948-2021）规定进口直径大于等于 800mm 的离心泵为大型离心泵，小于 800mm 的离心泵为中小型离心泵；二是引黄灌溉泵站抽送的都抽送含泥沙水，在 2009 年以来实施的黄河上中游大中型灌溉泵站改造中，大型离心泵的装置效率基本上超过了 60%。另外，对于出水压力管道较长（一般为超过 1000m）的泵站，出水压力管道的水力损失也较大，泵站设计工况的装置效率很难达到表 2 的规定，因此本条还规定了“对于出水压力管道较长的泵站，根据出水压力管道水力损失，可适当降低装置效率规定值”。

——4.4.3：本条对引黄灌溉泵站改造后能源单耗、安全运行率等主要技术经济指标进行了规定，应符合《泵站技术管理规程》（GB/T 30948-2021）的规定。

5.2 第 5 章：规划复核

（1）5.1：基本情况调查

——5.1.2：受益区基本情况调查，主要调查泵站服务对象及其性质、任务、范围的变化情况。

①自然地理、水文的变化情况涉及原定灌溉标准是否合适、进出水池特征水位是否合理等。自然地理调查主要包括灌溉受益区农村是否变为城镇，土地是否进行了平整，退耕还林、还草情况，以及田面高程是否变化等。水文情况调查，主要调查水源站取水口水位变化情况、受益区水雨情变化情况；

②受益面积调查。主要调查受益面积的变化情况等；

③农业结构调整或作物种植模式变化调查。如原种旱作物的地方可

能变成了经济作物或花卉等；

④受益区内现有供、排水设施及其运行情况调查。主要包括现有水利设施基本概况、供排水能力、工程配套及效益发挥情况等；

⑤用水结构变化、节水情况调查。主要包括受益区农业灌溉用水量变化、乡村居民生产生活用水量变化、当地节水潜力与节水措施等；

⑥受益区灾情调查。主要调查泵站建站以来受益区的旱情，包括受灾面积，涉及人口，造成的经济损失等内容；

⑦其他情况调查。如地震烈度与地形变化，当地电源及供电情况等。

——5.1.3：泵站运行情况及存在问题调查，应包括以下内容：

①运行时间和运行台时调查，主要包括泵站每年的灌溉运行起止时间、运行台时数、供排水量、耗电量等；

②运行水位变化调查，主要包括泵站进出口最高水位、最低水位、运行期间出现的最高扬程、最低扬程以及多年（加权）平均扬程等。要在调查研究的基础上，充分论证水源的可靠性，并合理确定进水侧的最低运行水位；

③运行期间所抽水体的泥沙含量及级配、粒径和悬浮物调查，主要包括泵站灌溉运行期间的最大、最小、平均含沙量，出现最大含沙量时间及持续时间，泥沙级配、粒径及硬度，水体中的柴草杂物等悬浮物；

④泵站技术经济指标调查，主要包括泵站建筑物完好率、设备完好率、效率、能源单耗、供水成本、供水量、安全运行率等，并分析造成技术经济指标值低的原因。

⑤泵站存在问题调查，主要包括泵站建筑物、机电设备及金属结构等存在的主要问题，以及工程存在的险情隐患等。

⑥其他情况调查，如泵站正常运行情况下，受益区是否还有灾情发生，若有灾情发生，应分析是超标准灾情，还是泵站本身存在的问题或者是保护对象的要求改变等原因造成的。

(2) 5.2: 设计标准和设计流量复核

——5.2.1: 设计标准从宏观上讲与地方社会经济发展水平密切相关，社会经济发展水平高的，设计标准可以定得高一些，反之应该低一些；从微观上讲，与灌溉或供水对象有关，如灌溉受益区种植的作物经济价值高的或还要给乡村居民生产生活供水的，设计标准要高一些；还与泵站水源条件有关。引黄灌溉泵站的设计保证率，一般按取 50%~75%确定，要保证乡村居民生产生活供水的，根据水源条件，还可取得更高一些。

——5.2.2: 改造泵站的设计流量不能直接采用泵站原来的设计流量，而是应按本条要求对泵站的设计流量进行重新复核。如果复核的设计流量比泵站原设计流量偏小，但小的不多，可采用原泵站的设计流量；如果偏大，则说明原装机规模偏小，在可能的情况下，结合机组更新适当增大流量。

(3) 5.3: 特征水位和特征扬程复核

——5.3.1: 泵站特征水位，包括进水池设计水位、最高水位、最低水位，出水池设计水位、最高水位、最低水位，这些水位按现行国家标准《泵站设计规范》GB/T 50265 的规定逐项复核。

——5.3.2: 泵站的特征扬程，包括设计扬程、平均扬程、最高扬程和最低扬程，这些扬程按现行国家标准《泵站设计规范》GB/T 50265 的规定逐项复核。

5.3 第 6 章: 建筑物改造

(1) 6.1: 一般规定

——6.1.2: 从 2009 年以来实施的黄河上中游大中型灌溉泵站改造情况看, 许多引黄灌溉临河泵站因泥沙淤积、河床摆动、水位下切等原因, 水源发生较大变化的情况比较普遍, 甚至有的水源泵站或一级站已无水可引。因此, 本条对水源条件发生较大变化泵站的建筑物改造进行了规定。

——6.1.3: 目前, 黄河上许多泵站位于水库区取水, 水库水位的变化不仅给泵站取水带来一定的难度, 还影响泵站的防洪安全; 而且水源泥沙含量也随着水位变化, 一般表层水的泥沙含量少于深层水的泥沙含量。根据近年来我国沿黄河大中型灌溉泵站建设及改造的经验, 这类泵站大多采用分层取水式水塔、浮动式泵站、缆车式泵站等工程措施取表层水, 效果较好。

——6.1.4: 一般来说, 当泵站所抽送水体泥沙含量有大于 $5\text{kg}/\text{m}^3$ 时, 进出水建筑物淤积和水泵磨损等问题都会比较严重, 而目前大部分引黄灌溉泵站所引水体泥沙含量大于 $5\text{kg}/\text{m}^3$ 的运行时段比较长, 按理说需要布置沉沙、冲沙或清淤设施, 以减少进出建筑物淤积和水泵磨损。但是修建沉沙设施不仅需要占地和增加工程投资, 而且排沙、清沙也是一大难题。因此本条规定“对于取水防沙效果仍不能满足要求的引黄灌溉泵站, 应增设沉沙、冲沙或清淤设施”, 是十分必要的。

(2) 6.2: 进水建筑物

——6.2.1: 从 2009 年以来实施的黄河上中游大中型灌溉泵站改造情况看, 许多引黄灌溉泵站前池及进水池存在淤积严重、产生吸入涡和附底涡导致主水泵进气严重、多台水泵之间存在磨蚀严重不均等问题, 而

这些问题一直以来也没能得到有效解决，严重影响泵站的效率和运行稳定性。对于这类前池及进水池，改造前，有条件的，对进水建筑物进行数值模拟分析，必要时进行水工模型试验，提出防止泥沙淤积、控制水流顺畅及均衡分水、防止吸入涡及附底涡产生等的措施，有针对性地制定改造方案及进行改造，是十分必要的。

——6.2.2：圆形进水池有利于水泵将泥沙随水流排出，从而减少淤积。但圆形进水池容易产生吸入涡而导致水泵汽蚀（空蚀）破坏，还会加重水泵过流部件磨损，影响水泵效率。因此，采用圆形进水池时，也要慎重对待。

——6.2.3：进水池的水下容积的大小，是影响进水池淤积的主要因素之一。虽然现行国家标准《泵站设计规范》GB 50265 对进水池的水下容积进行了规定，但在实际工程中，进水池的水下容积大多按共用该进水池水泵设计流量的 50 倍或以上的容积来设计。而在运行中，水泵运行台数又往往少于设计运行台数，造成进水池的水下容积偏大、流速降低，导致进水池淤积。而且，对于引黄灌溉泵站，根据多年积累的经验，0.7m/s 是临界淤积流速，前池及进水池的最小流速应大于 0.7m/s。因此，对于泥沙含量较大或 2 台及以上水泵共用一个进水池的，可接单台水泵运行时进水池流速不小于 0.7m/s 的淤积流速来进行控制进水池的水下容积。

1 台水泵对应一个进水通道或进水池，便于控制进水池流速和流态，可提高水泵进水效率，减少进水池淤积。但所有水泵都采用 1 台水泵对应一个进水通道或进水池，势必增加进水建筑物占地面积和投资。因此，安装大型水泵的泵站，有条件的，接单台水泵对应一个进水通道或进水池的方式进行改造，还是可行的。而且，实践证明，1 台水泵对应一个

进水通道或进水池，能有效改善水泵进水流态和减少进水池淤积。

——6.2.4: 从 2009 年以来实施的黄河上中游大中型灌溉泵站改造情况看，侧向进水的引黄灌溉泵站进水池淤积比正向进水的严重，而且进水池流态较差。有部分泵站改造时，将侧向进水改为正向进水，进水流态和淤积等情况得到有效改善。因此本条提出有条件的引黄灌溉泵站，宜将侧向进水改为正向进水。

(3) 6.3: 泵房与副厂房

——6.3.2: 检修间主要是为主机组大修提供检修场所。20 世纪 80 年代建设的引黄灌溉泵站，大部分没有布置检修间，不利于设备检修。因此本条对检修间布置提出了要求。对于未设置检修间或检修间布置型式及尺寸不能满足主机组检修要求的泵站，泵房改造时，要根据泵房所在位置的地形条件，增设或扩建检修间，以满足泵站主机组的检修要求。

——6.3.3: 副厂房作为引黄灌溉泵站电气设备和控制室场所，也叫做电气设备室和中控室。本条对电气设备室和中控室设置提出了要求。设置独立的电气设备室和中控室，不仅有利于泵站安全运行和操作，也可改善运行值班条件。对于未设置独立的电气设备室和中控室的单座大中型泵站，泵房改造时，要根据泵房所在位置的地形条件，增设电气设备室和中控室。电气设备室主要包括高压开关室、低压开关室等，有条件的，还可设置变压器室。

(4) 6.4: 出水建筑物

——6.4.1: 从 2009 年以来实施的黄河上中游大中型灌溉骨干泵站改造情况看，1 台机组对应一根出水压力管道的，管道设计时其流速一般取 1.5m/s~2.5m/s 的经济流速的小值，长距离管道流速宜按 1.0m/s 左右确

定管径，可提高管道效率；对于 2 机及以上共用一根管道的，管道设计时按单机运行时管道流速不小于 0.7m/s 的淤积流速控制，一是可降低管道工程造价，二是可保证单台泵运行时，管道流速不是太小，特别是要保证不小于 0.7m/s 的淤积流速。若出口压力管道流速小于 0.7m/s 的淤积流速，在管道的平直段或局部位置可能产生淤积，增设泄水井，避免因淤积影响水泵出水效率。

——6.4.2: 从 2009 年以来实施的黄河上中游大中型灌溉泵站改造情况看，出口压力管道发生爆管事故，有些是因管道老化或质量不合格等原因造成的，但有些是因发生水锤造成的，特别是泵站扬程 70m 及以上的或出口压力管道较长（数公里）的，若不解决水锤问题，更换新管道后可能还会发生爆管事故。因此，本条对引黄灌溉泵站水锤防护提出了要求。

——6.4.3: 根据 2009 年以来实施的黄河上中游大中型灌溉泵站改造经验，出水压力管道采用钢管的，预留不小于 2mm 的磨蚀余量，主要是为了提高管道的安全性，延长管道的使用寿命。

——6.4.4 根据 2009 年以来实施的黄河上中游大中型灌溉泵站改造经验，泵站管理单位和改造工程设计单位高度重视水泵出口工作阀的安全可靠性和水力损失问题，多数泵站出口工作阀采用两阶段关闭的液控阀或水控阀，安全可靠且可有效防护水锤。两阶段关闭的液控阀，并装旁通阀，水力损失较小，但其控制较复杂；水力控制阀控制较简单，但水力损失较大。工作阀后设置检修阀，主要是保证工作阀检修，还可作为出口事故阀。旁通阀的作用，一是可作为水锤的后备保护，二是可作为出口压力管道的排水阀。

——6.4.5 根据 2009 年以来实施的黄河上中游大中型灌溉泵站改造经验，管坡损毁较多，或者好多管坡未防护，雨水冲刷严重，影响正常运行，需要防护。

——6.4.6: 从 2009 年以来实施的黄河上中游大中型灌溉泵站改造情况看，侧向出水的引黄灌溉泵站出水池淤积比正向出水的严重，而且出水池流态较差。有部分泵站改造时，将侧向出水改为正向出水，出水流态和淤积等情况得到有效改善。因此本条提出有条件的引黄灌溉泵站，宜将侧向出水改为正向出水。

——6.4.7: 从 2009 年以来实施的黄河上中游大中型灌溉泵站改造情况看，有部分泵站出口采用薄壁堰、真空破坏阀等断流方式。但是，采用薄壁堰断流，当实际运行机组少于设计运行机组时，水头损失普遍在 0.5m 以上，有的达到 1m 多；真空破坏阀断流，由于泥沙堵塞、锈蚀等原因，经常发生故障不能正常工作，而增加水头损失，还增加了检修工作量。在沿黄河大型灌溉泵站改造中，侧翻式拍门、新型复合材料拍门等断流设施得到了较为广泛应用，不仅断流的可靠性大大提高，而且节能效果十分明显。

——6.4.8: 许多出水池特别是侧向出水的出水池淤积严重，对泵站出水效率产生一定的影响。因此，出水池淤积严重的大中型高扬程引黄灌溉泵站，宜对出水池进行数值模拟分析，必要时进行水工模型试验，提出改变出水池结构及尺寸、控制出水池最小流速等防止泥沙淤积措施，可有效减少出水池的淤积。

5.4 第 7 章：设备改造

(1) 7.1：一般规定

——7.1.1 本条是根据《泵站安全鉴定规程》(SL 316-2015)的有关规定提出的。

经安全鉴定为四类、或参数无法满足泵站运行要求、或参数水平明显落后的机电设备及金属结构，其改造以更新为主；经安全鉴定为三类及以上、参数基本满足泵站运行要求、参数水平基本经济合理的机电设备及金属结构，其改造以对原设备进行技术改造或更换零部件为主。

——7.1.2: 本条是参照《泵站更新改造技术规范》(GB/T 50510-2009)的有关规定提出的。

本条的国家明令淘汰产品名录，主要是指“国家明令淘汰的用能产品、设备、生产工艺目录”、《国家明令禁止和淘汰的用能产品及设备目录》、“淘汰落后生产能力、工艺和产品目录”等国家及有关部门、山西省政府及有关部门正式发布相关政策性文件；设备节能强制性标准，主要是指国家及地方的与泵站设备节能有关强制性标准，如《泵站设计规范》GB 50265、《水利水电工程节能设计规范》GB/T 50649 及水泵、电动机、变压器等设备的节能标准；对于无生产厂家、无生产许可证、无检验合格证的，目前暂未实行生产许可证制度的产品或设备除外。

——7.1.5: 随着社会经济的发展和科学技术的进步，泵站监控自动化和管理信息化是发展方向，也是实现泵站现代化的必要条件，故本条要求泵站机电设备及金属结构改造后，有条件的要满足泵站运行监控自动化与管理信息化的要求。

(2) 7.2: 主水泵

——7.2.1: 本条是根据 2009 年以来实施的黄河上中游大中型灌溉泵站改造实践，参照《泵站更新改造技术规范》(GB/T 50510-2009)的有

关规定提出的。

参数无法满足泵站运行要求、或参数水平明显落后、或原水泵磨蚀严重且又一直未能得到很好解决的，优先考虑采用先进合理的抽提黄河泥沙水的新模型水泵。参数基本满足泵站运行要求、参数水平基本经济合理的，可采用原泵型，或对原水泵采用更换零部件的方式进行改造。对于梯级泵站或流量需要调节的泵站，水泵宜选用等流量机组，但多机组泵站宜选用 1 台~2 台小流量调节机组。

——7.2.2: 本条是根据 2009 年以来实施的黄河上中游大中型灌溉泵站改造实践，参照《泵站更新改造技术规范》(GB/T 50510-2009) 的有关规定提出的。

在我国 2009 年以来实施的黄河上中游大中型灌溉泵站改造中，部分泵站因水泵磨蚀严重而更换新泵型时，未进行一些必要的水泵数模分析或模型试验，简单采用老型号的新水泵更新，导致改造后的水泵仍然存在严重的磨蚀问题。但所有水泵更换新泵型都进行数模分析或模型试验，也势必增加改造成本。引黄灌溉泵站离心泵是主流泵型，按现行国家标准《泵站技术管理规程》(GB/T 30948) 的规定，进口直径 800mm 及以上的离心泵为大型水泵。故本条要求大型水泵，若原水泵磨蚀严重的，设计时宜进行多方案的数模分析，必要时还宜进行模型试验，以便选择效率高、抗磨蚀性能好的泵型。

——7.2.3: 引黄灌溉泵站水泵根据水泵厂家提供的汽蚀(空化)余量确定水泵安装高程，水泵运行中发生汽蚀(空化)机率很大。当发生水泵汽蚀(空化)后，泥沙磨损的破坏是呈几何倍增加的。根据我国 2009 年以来实施的黄河上中游大中型灌溉泵站建设及改造的经验，对拟选型

的水泵进行模型泵汽蚀（空化）试验，将试验中产生的第一个空泡时的汽蚀余量定义为水泵汽蚀（空化）余量，产生汽蚀（空化）的几率大大降低。故本条此规定，有利于提高水泵的运行稳定性和延长水泵使用寿命。

——7.2.4：本条是根据 2009 年以来实施的黄河上中游大中型灌溉泵站改造实践，参照《泵站更新改造技术规范》（GB/T 50510-2009）的有关规定提出的。

本条提出了引黄灌溉泵站水泵改造可采取的技术措施，以减轻泥沙影响因素，实际改造需根据实际情况及水泵的规模等因素，综合考虑应采取的改造措施。可通过降低水泵转速或采用变速调节；轴流泵或导叶式混流泵可改变叶片安放角或采用全调节；改变水泵型号和装机台数，对于梯级泵站或流量需要调节的泵站，水泵宜选用等流量机组，但多机组泵站宜配套 1 台~2 台小流量机组。

——7.2.5：从 2009 年以来实施的黄河上中游大中型灌溉泵站改造情况看，目前国内水泵的研发水平参差不齐，新泵型的运用标准也不统一，致使一些采用了“新泵型”的水泵机组运行效果不理想，故本条对新泵型的采用作了一些定性要求。实际选型设计时，可与其他引黄灌溉泵站所采用的同类型水泵的技术参数、经济指标对比分析；还可看所选用新泵型的水力模型是否通过了有关部门或机构的验收等。

——7.2.6~7.2.7：这两条是在总结近年来我国 2009 年以来实施的黄河上中游大中型灌溉泵站改造水泵招标采购的经验提出的。水泵订货时，提供水泵工作条件，并要求水泵厂家根据其工作条件对水泵进行设计或改进；对水泵流量、扬程、效率、转速等技术参数提出要求，并规定改

造后进行现场测试，对达不到要求的要进行惩罚，一是在招标过程中将一些不具备其生产能力的厂家剔除出去，二是引起中标厂家的高度重视，从而保证质量，而且经实践证明这些技术参数要求是完全可以做到的。对水泵流量、扬程、效率、汽蚀余量等技术参数的要求，可根据泵站实际情况或需求提出。

——7.2.8：本条是在总结我国 2009 年以来实施的黄河上中游大中型灌溉泵站改造水泵招标采购的经验提出的。

本条提出了引黄灌溉泵站离心泵制造需考虑适合抽提黄河泥沙水模型，其主要零部件的结构设计和制造材料方面可采取耐磨易修补易更换等措施。实践证明，凡是按本条要求制造的离心泵，抗磨蚀性能和运行稳定性等大大提高。

——7.2.9：本条是在总结我国 2009 年以来实施的黄河上中游大中型灌溉泵站改造经验，并参考国家标准《泵站设计规范》（2018 年修订）提出的。

国家标准《泵站设计规范》（GB 50265-2010）中规定水泵配套电动机功率备用系数 k ，宜采用 1.05~1.10。在实际中，有的按 1.05~1.10 的功率备用系数 k 选择配套电动机，但在特殊情况下发生电动机超载问题；而有的又将功率备用系数 k 取得很大，往往造成配套电动机功率浪费。因此，2018 年修订《泵站设计规范》（GB 50265-2010）时，将抽引黄河水的水泵配套电动机功率备用系数 k 规定为 1.05~1.20。主电动机额定功率大的， k 取小值；反之， k 取大值。

——7.2.10：本条是在总结我国 2009 年以来实施的黄河上中游大中型灌溉泵站改造经验，并参考国家标准《泵站设计规范》（2018 年修订）

提出的。

本条对改造水泵的效率、汽蚀（空化）余量和抗磨蚀性能等进行了定量的规定。

本条 a)、b)、c) 款及表 3 的内容、技术参数与国家标准《泵站设计规范》（2018 年修订）的规定是一致的。尤其是改造泵站采用的主水泵，设计工况汽蚀（空化）余量应满足国家现行标准规定的要求，目前尽管它操作起来有些难度，但至少对主水泵的选型将起到积极作用。

本条 d) 款内容及技术参数是根据我国 2009 年以来实施的黄河上中游大中型灌溉泵站改造经验提出的。叶轮失重量和蜗壳及泵壳磨蚀厚度是检验水泵抗磨蚀性能的一个最直接的方法，尽管目前国内还没有一个统一的标准。“在设计泥沙含量及粒径、硬度范围内运行 5000h，叶轮失重量不宜大于叶轮出厂重量的 0.1%~0.5%，叶轮重量大的宜取低值；蜗壳及泵壳厚度不宜小于蜗壳及泵壳出厂厚度的 1mm”这一标准，只要水泵厂家从水泵结构设计、制造材料及加工工艺等方面加以重视，是能达到的。

(3) 7.3: 主电动机及传动装置

——7.3.1: 本条是根据 2009 年以来实施的黄河上中游大中型灌溉泵站改造实践，参照《泵站更新改造技术规范》（GB/T 50510-2009）的有关规定提出的。

对于参数无法满足水泵型式及轴功率等要求、或参数水平明显落后、或原电动机老化严重的，优先考虑更新。参数基本满足水泵运行要求、参数水平基本经济合理，但老化较为严重的，可进行技术改造，如电动机绝缘材料老化的，可更换定子铁芯、线圈和转子磁极绝缘材料或磁极。

——7.3.2: 本条是根据 2009 年以来实施的黄河上中游大中型灌溉泵站改造实践提出的。

对于梯级泵站和流量需要调节的泵站，采用变频或其他调速装置，一是可提高水泵装置效率，二是可避免弃水或发生漫渠毁堤事故发生。目前，变频调速装置有定子变频和转子变频二种形式，其他调速装置有齿轮箱、液力耦合器、永磁变速器等传动装置。

——7.3.3: 本条是根据 2009 年以来实施的黄河上中游大中型灌溉泵站改造实践和目前提出的。

对于主电动机额定电压的升级，应对供电电网及线路现状、设备启动运行要求、设备及土建投资、检修及维护工作量以及其它电气设备的电压等级等因素进行综合分析，合理确定其更新改造方案。

——7.3.6: 目前，同步电动机和大型三相异步电动机的效率尚无一个统一的标准，但根据 2009 年以来实施的黄河上中游大中型灌溉泵站改造所采用电动机的效率情况来看，基本不低于 95%，高的达到了 97.5%。

(4) 7.4: 其它设备设施及金属结构

本节根据 2009 年以来实施的黄河上中游大中型灌溉泵站改造情况及国家现行有关标准的要求，对泵站电气设备（包括主变压器、站用变压器）、辅机设备、起重设备及金属结构、通风采暖设施等的改造提出了基本要求。泵站改造中，要根据泵站实际、安全鉴定和主机组改造设计选型等情况，分别确定改造方案。

(5) 7.5: 自动化监控与信息管理系统

本节根据 2009 年以来实施的黄河上中游大中型灌溉泵站改造情况及国家现行有关标准的要求，以及水利部对水利工程信息化、智能化、

数字化建设的要求，对引黄灌溉泵站自动化监控与信息管理系统建设及改造提出了要求。

本节除要求泵站自动化与信息化系统的改造或增设按现行国家标准《泵站设计规范》GB 50265 的有关规定进行设计外，还针对引黄灌溉泵站特点，对泵站新建自动化监控系统、工程安全监测系统与信息管理系统、数字孪生泵站工程等的情形，进行了一些具体规定。

工程安全监测系统的监测范围除泵站建筑物本身的沉降、位移、扬压力等监测外，还应包括泵站工程周边影响泵站安全的河道岸坡、水库坝体或岸坡、山坡、边坡等的沉降、位移等的安全监测。

5.5 第 8 章：管理设施改造

本章根据 2009 年以来实施的黄河上中游大中型灌溉泵站改造情况，参考国家标准《泵站更新改造技术规范》（GB/T 50510-2009）关于泵站管理设施建设与改造的规定，提出了引黄灌溉泵站工程观测设施、交通设施、通信设施、生产保障设施、环境及绿化建设与改造的要求。

引黄灌溉泵站改造中，要结合当地社会经济发展状况和泵站实际，按照安全可靠、经济合理、技术先进、管理方便的原则，做好泵站管理设施建设与改造工作。

5.6 第 9 章：改造工程施工及验收

本章根据 2009 年以来实施的黄河上中游大中型灌溉泵站改造情况，参考国家标准《泵站更新改造技术规范》（GB/T 50510-2009）关于泵站更新改造工程施工、安装及验收的规定，对引黄灌溉泵站改造工程施工、设备安装及工程验收提出了要求。

泵站现场性能测试是检验泵站改造好坏主要手段，其成果也是改造

工程竣工验收的重要依据。因此，本章参考水利行业标准《泵站设备安装及验收规范》（SL 317-2015）的有关规定，提出了引黄灌溉泵站现场性能测试的要求及需测试的技术参数指标。

5.7 第 10 章：改造效果评估

——10.1 按国家现行有关规定，工程项目建设完成后，是要进行竣工验收的，以检验建设工程成效。竣工验收是建设项目的—个必须程序，般要求在工程建设内容及投资全部完成后，并运行 6 个月~12 个月才能进行。而泵站改造工程因工期、投资等原因，许多不能及时进行竣工验收，甚至有的拖延多年不能进行竣工验收，严重影响泵站工程更新改造工程效益的发挥。泵站改造效果评估是技术性工作，原则上主体工程完工并投入运行后即可进行。因此，开展泵站改造效果评估工作是十分必要的。

引黄灌溉泵站改造效果评估委托具体相应资质的第三方咨询机构（单位）进行，有利于对泵站改造效果进行客观、公正地评估。但是，委托第三方咨询机构进行评估需要一定的经费，因此本条规定宜进行泵站改造效果评估。当因经济条件或其他原因不便委托第三方咨询机构（单位）进行评估的，泵站改造项目法人（建设管理单位）或上级主管部门可以组织专家召开泵站改造效果评估会的方式进行泵站改造效果评估。

——10.2、10.3：根据 2009 年以来实施的黄河上中游大中型灌溉泵站改造情况及国家现行有关标准的要求，本条对引黄灌溉泵站改造效果评估依据和评估的主要技术参数及指标等提出了要求。

这 2 条所列出的标准及技术文件和主要技术参数及指标等，是引黄灌溉泵站改造效果评估的主要依据和主要技术参数及指标，但不限于此。

实际评估中，可根据改造目标及改造内容等，科学、合理确定评估依据和主要技术参数及指标等。

——10.4：本条根据国家有关水利工程项目评估的规定及标准要求，对引黄灌溉泵站改造效果评估方法提出了要求。

——10.5：本条根据国家有关水利工程项目评估的规定及标准要求，对引黄灌溉泵站改造效果评估报告的内容提出了要求。

引黄灌溉泵站改造效果评估委托第三方咨询机构进行的，评估报告应附有第三方咨询机构的资质证书复印件，并加盖第三方咨询机构公章才有效。

6.重大意见分歧的处理依据和结果

本标准编制人员与专家意见针对标准内容逐条进行了讨论和考量，无重大分歧意见。

7 采标情况

本标准未采用国际国外先进标准。

8 作为推荐性标准的建议及其理由

本标准适用于以黄河水为水源进行灌溉的大中型泵站及安装有大中型机组的小型泵站的改造。亦可供以黄河水为水源进行灌溉的其他小型泵站改造参考。本标准不具备强制性。本标准发布实施后，作为山西省地方推荐性标准。

9 强制性标准实施的风险点、风险程度、风险防控措施和预案

本标准为您推荐性标准。

10 实施性标准的措施

本标准在总结 2009 年以来实施的黄河上中游大中型灌溉泵站改造实践经验的基础上，依据和参考《泵站设计规范》（GB 50265）、《泵站更新改造技术规范》（GB/T 50510）、《水利泵站施工及验收规范》（GB/T 51033）、《泵站设备安装及验收规范》（SL 317）和《泵站技术管理规程》（GB/T 30948）及泵站建设与管理方面的有关标准，针对引黄灌溉泵站改造存在的问题，从泵站改造基本规定、规划复核、建筑物改造、设备改造、管理设施改造、改造工程施工及验收、改造效果评估等方面进行了规定，并对泵站改造内容、改造措施、改造标准及主要技术参数及指标等提出了要求，对于指导引黄灌溉泵站改造具有重要意义。

标准发布后，具体可从以下几方面实施：

- （1）扩大标准的宣传力度，相关从业人员普及标准知识。
- （2）加强地方水利、引黄灌区从业人员的标准培训，提高业务素质。
- （3）加强对标准执行情况的监测和反馈，以便及时修正。

11 其他说明事项

（一）本标准是山西省水利行业地方标准，自发布之日起实施。

（二）本标准未列出的标准，有国家标准的，按国家标准执行，没有国家标准的，可参照水利行业主管部门或省、自治区、直辖市相关标准执行。