

相关泵站提水要求的综合评估与优化策略

胡怀明

南京市溧水区水务局, 江苏 南京 211200

摘要： 本文针对相关泵站提水要求进行综合评估与优化策略的研究。首先对泵站提水要求进行分析，包括水文、地质、经济等方面。然后采用综合评估方法对泵站提水要求进行评估，并进一步提出优化策略，包括调度策略、水资源配置策略、泵站运行管理策略等方面。最后通过案例分析，验证所提出的评估与优化策略的有效性。本文的研究结果对于泵站运行管理、水资源配置等方面具有重要的指导意义。

关键词： 泵站提水要求；综合评估；优化策略；调度策略；水资源配置策略

Comprehensive Evaluation and optimization strategy for water lifting requirements of relevant pumping stations

Hu Huaiming

Nanjing Lishui District Water Bureau, Jiangsu, Nanjing 211200

Abstract： In this paper, the comprehensive evaluation and optimization strategy of water lifting requirements of related pumping stations are studied. Firstly, the pumping station water requirements are analyzed, including hydrology, geology, economy and so on. Then comprehensive evaluation method is used to evaluate the pumping station's water demand, and further optimization strategy is proposed, including scheduling strategy, water resource allocation strategy, pumping station operation management strategy and so on. Finally, the effectiveness of the proposed evaluation and optimization strategy is verified by case analysis. The research results of this paper have important guiding significance for the operation management of pumping station and the allocation of water resources.

Key words： pumping station water lifting requirements; comprehensive evaluation; optimization strategy; scheduling strategy; water resources allocation strategy

引言

随着我国经济的快速发展，对水资源的需求日益增长。泵站作为调节水资源的重要手段，在保障水资源的合理利用和供应方面起着关键作用。然而，在泵站运行过程中，提水要求往往会导致泵站运行效率低下，甚至出现运行故障。因此，对泵站提水要求的综合评估与优化策略进行研究，对于提高泵站运行效率，降低运行成本，保障水资源的合理利用具有重要的实际意义。

一、泵站提水要求相关理论及技术

（一）泵站提水要求概述

泵站提水概念

提水泵站是农业机械化是提高生产效率的重要模式，现代农业机械化发展最主要问题就是节约劳作时间，在生产效率发展中起着最重要作用，保障农业生产正常按季栽种、播种、生长以及粮食和其他作物获得丰收。^[1]而泵站提水要求是在泵站运行过程中，需要满足的关于水位、流量、压力等水文条件的要求。这些要求是保证泵站正常运行、提高供水可靠性和保证供水质量的关键因素。

泵站提水要求

1. 水位要求：泵站提水要求中最基本的要求是满足水位要求。水位过低会导致泵站无法正常工作，甚至可能损坏设备；水位过高则会导致泵站运行不平稳，影响供水质量。

2. 流量要求：泵站提水要求中需要满足的流量要求是指在单位时间内需要从泵站出口处流出的水量。如果流量不足，会导致泵站运行不平稳，影响供水质量；如果流量过大，则会导致泵站运行不平稳，甚至可能损坏设备。

3. 压力要求：泵站提水要求中需要满足的压力要求是指在泵站出口处需要达到的压力值。如果压力过低，会导致泵站无法正常工作，甚至可能损坏设备；如果压力过高，则会导致供水质量下降。

4. 水质要求：泵站提水要求中需要满足的水质要求是指在泵站出口处需要达到的水质标准。如果水质不符合要求，会导致供水质量下降，甚至可能对人体健康造成危害。

（二）泵站提水过程

泵站提水过程是水电站、自来水厂、农田灌溉等领域中常见的一种技术，主要是通过泵站将水源从一个地方抽到另一个地方，实现水资源的调配和利用。

（三）泵站提水相关理论

1. 泵的工作原理：泵站提水过程中，水通过泵的叶轮或螺旋实现切割，形成高压水流，然后通过管道输送到需要的地方。泵的工作原理主要取决于泵的类型和设计，包括泵的扬程、流量、功率等参数。

2. 泵站的设计和规划：泵站提水过程需要考虑泵站的设计和规划，包括泵站的大小、形式、位置、材料、设备等方面。需要根据水源、输水距离、水质等因素进行合理规划和设计，以保证泵站的运行效率和稳定性。

3. 泵站的运行管理与调度策略：泵站提水过程需要进行有效的运行管理，包括泵的启动、停止、调速、维护等方面。需要对泵站进行定期的检查和维护，以保证泵站的正常运行和长期稳定性。调度策略是指根据实际需求和水资源情况，制定合理的泵站运行计划和调度方案。通过科学合理的调度策略，可以提高泵站的效率和供水可靠性，并优化水资源的利用。

4. 泵站的能源效率：泵站提水过程需要消耗大量的能源，因此需要考虑泵站的能源效率。可以通过采用高效能的泵、优化泵站的运行方式、提高泵站的维护质量等方式，来提高泵站的能源效率。

5. 泵站的安全和环保：泵站提水过程需要考虑安全性和环保性，包括泵站的设计、运行、维护等方面。需要遵循相关的安全标准和环保要求，采取必要的安全措施和环保措施，以确保泵站的安全和环保运行。

（四）提高泵站提水效率的意义

1. 节约能源和成本：提高泵站的提水效率可以减少能源消耗和运行成本，降低水务系统的经济负担。而能源优化包括选择高效的泵站设备和技术、优化泵站的运行方式和调度策略、改进泵站的维护管理等措施，以提高能源利用效率和减少能源浪费。

2. 提升水务系统运行效率：高效的泵站提水可以提供稳定的供水压力和足够的供水量，改善水务系统的运行效率。

3. 保障水资源供应：提高泵站提水效率可以确保水资源的充足供应，满足人们的日常生活和工业用水需求。通过提升泵站提水效率可以促使泵站构建以客户需求为准的供水服务模式，同时也在一定程度上增强了用户的节水意识。^[2]

4. 环境保护：减少泵站的能源消耗可以降低温室气体排放和环境污染，对环境保护具有积极意义。

二、泵站提水要求的优化策略研究

（一）泵站提水要求的优化目标与原则

优化目标

1. 提高泵站提水效率，减少能耗和运行成本；
2. 保证泵站提水质量，满足用户需求；
3. 提高泵站运行安全性，减少故障和事故风险；
4. 实现泵站运行的可持续发展，降低对环境的影响。

优化原则

1. 科学合理，根据实际情况制定泵站提水要求；
2. 系统分析，综合考虑泵站各个方面的影响；

3. 目标明确，有具体的优化目标和指标；
4. 可行性强，采取可行的技术措施和管理措施；
5. 可操作性，能够实施和操作；
6. 持续改进，不断优化和更新泵站提水要求。

（二）泵站提水要求的优化

1. 修改泵站提水要求：通过对泵站提水要求进行分析，发现其中的问题，进行修改，使其更加合理、可行。提高水泵的维护与检修水平，科学的检修手段和先进工艺的应用可以降低水泵故障率，提高其经济性和可靠性，强化水泵的维护和检修工作，可以在消除水泵故障的同时尽可能挽救因泵长时间运行而丢失的效率。因此加强水泵的维护与检修，做到定期加填料、更换水泵易损部件，是提高水泵效率的主要措施。^[3]

2. 采用先进技术：随着智能化技术的发展，其在泵站提水要求的综合评估与优化中发挥着越来越重要的用。智能化技术包括人工智能、大数据分析、物联网等。通过应用智能化技术，可以实现泵站运行的自动化和智能化，提高运行效率和减少人为误操作的风险。同时，智能化技术还可以提供实时监测和预警功能，帮助及时应对突发情况。

3. 实施泵站运行管理优化：泵站运行管理是指对泵站进行有效的操作和维护管理，以确保其正常运行和长期稳定性。这包括泵站的启动、停止、调速、维护等方面的管理。通过对泵站运行管理、操作、维护等方面的分析，提出优化策略，以提高泵站的运行效率、可靠性、经济性等方面设计要科学、合理。为此，相关人员应紧紧把好设计大关，着眼全局、立足实际，考虑到提水泵站与水利工程之间、提水泵站内机组与机组之间的关系，不断优化设计，提高调节与控制水平。^[4]

（三）泵站提水要求的优化策略

1. 更新设备：针对设备老化、损坏的问题，计划在未来几年内对泵站设备进行更新换代，提高设备运行效率。定期检查和维护泵站设备，确保其正常运行和高效工作。

2. 调整运行：根据不同季节、不同用水需求，合理调整泵站的运行参数，提高运行效率。

3. 管理优化：加强泵站的日常维护与管理，提高维护质量，确保泵站长期稳定运行。通过合理的泵站布局和管道设计，减少阻力和能量损失，提高输送效率

4. 泵站自动化控制：采用自动化控制系统监测和调节泵站的运行，提高响应速度和效率。

5. 能源管理：优化泵站的能源消耗，采用高效节能的泵站设备和控制系统，降低运行成本。

6. 技术创新：应用新技术，如变频调速技术、智能监测和预测分析等，提高泵站的效率和可靠性。

三、评估指标体系

1. 提水效率：泵站提水的效率是评估指标体系中的重要指标之一，反映了泵站的运行效率和资源利用率。提水效率可以用单位时间内提水量来衡量，也可以用单位时间内能耗来衡量。关于泵站提水效率，扬程变化、泵站设备老化、管理维护不善等均可

能造成提水量不能满足受水区需求，类型可归纳为3个主要方面：运行条件、设备质量、技术状况。^[5]

2.运行安全性：泵站运行的安全性是另一个重要的评估指标。这包括泵站运行过程中出现故障的可能性，以及故障时对周边环境的影响程度。泵站的设计、运行、维护等方面都需要遵循相关的安全标准和环境保护要求。

3.设备可靠性：泵站的设备可靠性也是评估指标体系中的一个重要指标。设备可靠性反映了泵站设备在运行过程中的稳定性和可靠性，是确保泵站正常运行的关键因素之一。

4.维护管理效率：泵站的维护管理效率是评估指标体系中的另一个重要指标。维护管理效率反映了泵站维护管理的有效性和及时性，对泵站的长期运行和稳定性有着重要的影响。

5.环境影响：泵站对周边环境的影响程度也是评估指标体系中的一个重要指标。环境影响评价涉及对水生态环境、水质、土壤侵蚀等方面的评估，以识别潜在的环境问题，并制定相应的环境保护措施和监测计划。例如：我国水资源分布不均，东南多西北少，南部多丘陵地带，地势起伏差异大、各地降水量变化大等自然客观条件，使我国出现了很多大流量、长距离、管道敷设曲折、高扬程的供水工程。^[6]

6.经济性：泵站的运行成本和效益也是评估指标体系中的一个重要指标。经济性反映了泵站的运行经济效益，包括运行成本、维护成本、能源消耗等。

评估方法与技术

评估方法

1.数据收集：收集有关泵站提水要求的相关数据，包括泵站的规模、设计流量、运行条件、设备情况、维护保养情况等。在完成对安全评估技术参数的获取后，需要进行评估指标体系的建立。^[7]

2.评估目标应该围绕这个主题展开，包括评估泵站提水要求的合理性、有效性、经济性、环保性等方面，例如：研究对象分为具有宏观数据的区域供水系统和具有精细化数据的城市供水系统。^[8]

3.分析评估：对收集的数据进行分析，评估泵站的提水要求和运行情况，包括运行安全性、经济性、可靠性等方面。

4.优化策略：根据评估结果，提出相关的优化策略，包括设备更新、运行管理、维护保养等方面。结合工程建筑物布置，在下一步技术设计工作中，进一步优化泵站设计，实现双赢。^[9]

技术

1.基于流量的泵站提水要求分析：通过分析泵站的历史流量数据，了解泵站的提水能力和运行状态，从而对泵站的提水要求进行评估。

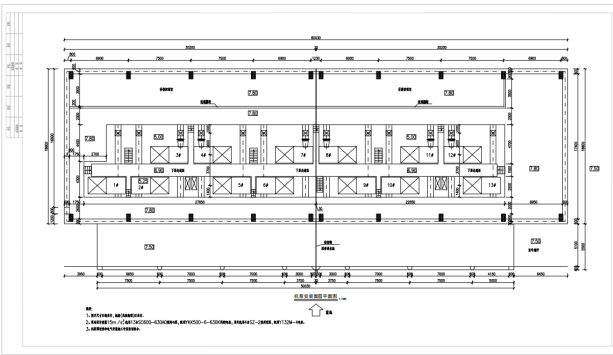
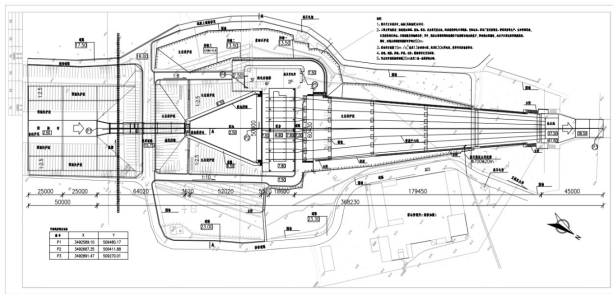
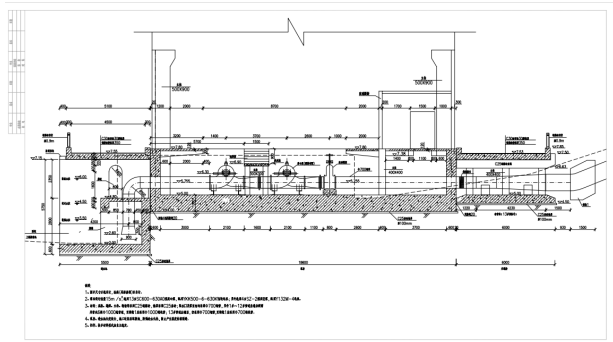
2.基于设备状态的泵站提水要求评估：通过监测泵站设备的运行状态，如水位、压力、流量等参数，对泵站的提水要求进行评估。

3.基于运行管理的泵站提水要求优化：通过对泵站的运行管理进行分析，如调度、维护保养等方面，提出相关的优化策略，以提高泵站的运行效率和可靠性。

4.基于模拟仿真的泵站提水要求优化：通过建立数学模型和仿真技术，模拟泵站的运行情况，提出相关的优化策略，以提高泵站的运行效率和可靠性。

四、溧水区秋湖提水站分析

（一）秋湖提水站原施工图



（二）秋湖提水站相关说明

泵站共13台水泵，其中12台，每2台水泵出水管出泵房后并联成一根出水管，并管为Y型；另1台单独一根出水管。

（三）研究方法

对秋湖提水站卧式离心泵进行检修

（四）检修结果

序号	名称	型 号	数量	备 注 材质及技术要求
1	叶轮	SC600-630A0	10	1Cr18Ni9Ti不锈钢材质，需原生产厂家加工图纸
2	叶轮修复		3	叶轮表面进行除锈保养处理
3	主轴修复	SC600-630A0	13	在原轴上堆焊后精加工，需原生产厂家加工图纸

4	轴套	SC600-630	26	45# 钢，需原生产厂家加工图纸
5	口环	SC600-630	26	1Cr18Ni9Ti 不锈钢。需原生产厂家加工图纸
6	轴承	6320	13	进口轴承 NSK。
7	轴承	NUP320ECJ	13	进口轴承 NSK。
8	填料、密封件	石棉盘根	13	
9	水泵拆装费		13	
10	水泵真机试验费		3台	返回原厂试验台试验， 返回原厂分3次。
11	水泵防腐		13	泵体、泵盖内部流道除锈防腐、表面重新刷面漆
12	其他易损件		1项	温度传感器 26 个（PT100，带电接点，可以信号远传）， 个别联轴器、轴承体压盖、螺母等的修复或更换
13	来回运费		13	

检修结果表明，泵站的水资源利用率较低，运行效率有待提高，设备状况一般，机电设备落后老化^[10]，设备维护管理不足，水流的冲刷使得水泵流道内壁和叶轮过水面变得粗糙不平，水泵内流道的摩阻系数增大，水头损失增加，导致水力效率降低。泵壳内严重积垢或腐蚀，水泵加工工艺造成的铸造缺陷、汽蚀、磨蚀、腐蚀和化学侵蚀等原因造成泵流道内产生空洞或裂缝，水流动时产生漩涡而造成能量损失，叶轮表面的气蚀，机械磨损产生漏失和阻力增大等，都会导致容积效率和水力效率降低。

（五）优化策略

对秋湖提水站卧式离心泵进行大修

（六）优化结果

序号	改造之前2020年					改造之后2022年					备注		
	电流	功率	流量	河道进水位	进水池 出水口	电流	功率	流量	河道进水位	进水池 出水口			
1号机组	30	540	1.15	6.87	4.55	40.4	28	475	1.15	8.7	4.0	40.1	叶轮没切
2号机组	29	514	1.15	6.4	4.66	40.4	27.5	490	1.15	5.69	4.65	40.15	
3号机组	30	534	1.15	5.23	4.6	40.25	33.8	594	1.42	5.22	4.57	40.1	
4号机组	30.6	534	1.15	6.63	4.76	39.87	27.4	486	1.15	7.89	4.11	40.15	
5号机组	31	548	1.15	6.88	4.35	40.36	27.5	485	1.15	9.17	4.4	40.18	
6号机组	31	549	1.15	6.92	4.68	39.88	28	498	1.15	7.9	4.13	40.14	
7号机组	29.6	514.8	1.15	6.87	4.55	40.22	28.4	486	1.15	9.36	4.24	40.13	
8号机组	31	538.8	1.15	6.87	4.65	40.22	28.3	487	1.15	5.16	4.15	40.38	
9号机组	30.8	538.8	1.15	5.36	4.81	39.88	27.7	488	1.15	5.68	4.57	40.14	
10号机组	30.5	535.2	1.15	6.83	4.76	39.78	27.1	481	1.15	7.48	4.53	40.15	
11号机组	30.2	524	1.15	6.87	4.42	40.32	28.8	508	1.15	5.45	4.33	40.14	
12号机组	30.6	531	1.15	6.87	4.41	40.27	34	598	1.42	5.99	4.43	40.5	
13号机组	30.8	543.6	1.15	6.91	4.36	40.33	27.1	472.8	1.15	6.86	4.27	40.19	叶轮没切

（七）泵站提水要求对工程的启示

1. 泵站提水要求的综合评估是必要的。在进行泵站设计、运行和管理时，需要对提水要求进行综合评估，考虑包括水文、地质、环境、经济等多个方面的因素。只有综合考虑，才能确保泵站的合理设计、高效运行和可持续发展。
2. 优化策略可以提高泵站提水效率。通过对泵站提水要求进行优化，可以降低能耗、减少水资源浪费、提高泵站运行效率，从而实现更经济、更环保、更可持续的泵站运行。

3. 泵站提水要求的综合评估与优化策略可以应用于多个领域。例如，在水利工程、水资源管理、城市供水等领域，都可以通过综合评估与优化策略，提高泵站提水效率，实现更合理、更高效、更经济的水资源利用。

4. 泵站提水要求的综合评估与优化策略需要不断探索与实践。泵站提水要求的综合评估与优化策略是一个复杂、综合的问题，需要不断进行探索和实践，才能不断提高其有效性和可行性。因此，需要不断进行技术研发和理论探索，以适应不断变化的水利工程需求。

结束语

在本论文中，研究了相关泵站提水要求的综合评估与优化策略。通过对泵站提水要求的分析，得出了综合评估的指标体系，并利用该指标体系对泵站提水要求进行了综合评估。同时，提出了针对泵站提水要求的优化策略，包括优化调度策略和优化设备维护策略。这些策略旨在提高泵站的提水效率，降低能耗，延长泵站使用寿命，并提高水资源的利用效率。通过本论文的研究，得出了以下结论：综合评估是评估泵站提水要求的重要手段，可以全面评估泵站的运行状态，为泵站的优化调度提供科学依据；优化调度策略和优化设备维护策略是实现泵站提水要求优化的有效途径。希望这些结论能为泵站的运行管理提供参考和指导，促进水资源的合理利用和泵站的高效运行。

参考文献：

[1] 谢斌. 探讨提水泵站日常维护管理 [J]. 农业开发与装备, 2018, (02): 148+150.

[2] 郑保林. 提升灌溉泵站提水效率的措施探讨 [J]. 南方农机, 2022, 53(20): 196-198.

[3] 杨叶娟. 机电工程梯级泵站优化运行研究 [D]. 华北水利水电大学, 2021.DOI: 10.27144/d.cnki.ghbbsc.2021.000093.

[4] 杨炳瑞. 水利工程提水泵站更新改造对策探析 [C] // 上海筱虞文化传播有限公司. Proceedings of 2022 Academic Forum on Engineering Technology Application and Construction Management (ETACM 2022) (VOL.2). 河北省水利水电勘测设计研究院集团有限公司; 2022: 3.DOI: 10.26914/c.cnkihy.2022.052699.

[5] 蒋一鸣, 陈世阳, 冯沧等. 城市污水泵站服务效能综合评价研究 [J]. 给水排水, 2019, 55(09): 41-45.DOI: 10.13789/j.cnki.ww.1964.2019.09.008.

[6] 王婷婷. 泵站水锤风险快速评估方法研究 [J]. 中国设备工程, 2021, (24): 183-185.

[7] 王文彬. 基于熵权法的泵站金属结构安全性评估方法 [J]. 技术与市场, 2022, 29(11): 88-90.

[8] 于天津. 区域和城市供水系统地震灾害风险评估方法研究 [D]. 中国地震局工程力学研究所, 2021.DOI: 10.27490/d.cnki.ggjgy.2021.000011.

[9] 阳雯, 毕校靖. 白胡子泉提水泵站设计 [J]. 珠江水运, 2020, (10): 97-98.DOI: 10.14125/j.cnki.zjsy.2020.10.045.

[10] 刘文铮. 水利工程提水泵站更新改造策略及技术分析 [J]. 地下水, 2019, 41(05): 222-224.