

平原地区水库围堤改造工程新筑北部围堤典型设计

谢然

天津市水务规划勘测设计有限公司, 天津 300204

摘 要： 本文概述了位于天津市西青区东南部的某平原地区水库北部围堤的改造工程。工程涉及新建一条全长4.733公里的北部围堤，以加固防洪体系、恢复调蓄功能，并防止水土流失。设计原则强调了工程安全性、经济合理性、环境保护和施工便利性。通过 AutoBank7.7 软件进行的抗滑稳定计算显示，新筑围堤在多种工况下的安全系数均符合规范要求，证明了设计的合理性与可靠性。该工程旨在保障水库安全运行和区域经济可持续发展。

关 键 词： 平原地区水库；北部围堤改造；防洪体系；抗滑稳定计算；AutoBank7.7 软件

Typical Design of New Northern Embankment in Reservoir Embankment Reconstruction Project in Plain Area

Xie Ran

Tianjin Water Planning Survey and Design Co., Ltd. Tianjin 300204

Abstract： This paper summarizes the reconstruction project of the north embankment of a reservoir in a plain area located in the southeast of Xiqing District, Tianjin. The project involves the construction of a 4.733 km long northern embankment to strengthen the flood control system, restore the storage function and prevent soil erosion. The design principles emphasize engineering safety, economic rationality, environmental protection and construction convenience. The calculation of anti-sliding stability by AutoBank7.7 software shows that the safety factors of the newly built embankment meet the requirements of the specification under various working conditions, which proves the rationality and reliability of the design. The project aims to ensure the safe operation of the reservoir and the sustainable development of regional economy.

Keywords： reservoir in plain area; reconstruction of the northern embankment; flood control system; anti-sliding stability calculation; AutoBank7.7 software

引言

某平原地区水库是一座集防洪、灌溉、养殖等多种功能的水利工程。历经岁月洗礼，这座水库在保障区域水资源供应、促进农业发展等方面发挥了重要作用。然而，随着社会经济的快速发展，原有设计已难以满足当前的需求。为了进一步提升水库的防洪能力，确保下游广大人民群众的生命财产安全，决定对水库的围堤进行升级改造。本次改造工程的核心任务是新建北部围堤，以增强水库的防洪体系。

此次改造工程，将严格按照现代水利工程设计标准进行，新筑的北部围堤将采用先进的技术和材料，确保工程质量。改造后的水库将更好地发挥其防洪、灌溉、养殖等多重功能，为地区经济社会发展提供坚实的水利保障。同时，这也是贯彻落实以人为本、生命至上原则的具体体现，展现了我国在水利建设方面的决心和担当。

一、工程概况

位于天津市西青区东南部的某平原地区水库，总库容3360万 m^3 ，水库工程等别为Ⅲ等，工程规模为中型，设计洪水标准为20年一遇，校核洪水标准为100年一遇，水库合理使用年限为50年。水库承担着多项重要任务，包括蓄水代排、除涝减灾、水产养殖、综合利用以及农业灌溉等，为区域经济发展和生态保护提供了有力支撑。

水库内的北岛地块由于国有土地使用权已经出让，且地面高程高于水库的最高蓄水位，因此失去了原有的调蓄功能。更为严

峻的是，北岛地块的堤埝临水侧缺乏必要的防护措施，长期受到雨水和波浪的淘刷，导致水土流失问题日益严重。这些问题不仅影响了水库的正常运行，也对周边环境安全构成了潜在威胁^[1]。

鉴于此，对水库北部围堤进行改造已势在必行。改造工程的核心内容是新建一条北部围堤，该围堤全长为4.733公里，起点桩号7+750，终点桩号12+483。这一改造项目旨在加固水库的防洪体系，恢复并提升其调蓄功能，同时防止水土流失，确保水库的长久稳定和周边地区的安全。通过这一综合性的改造工程，将进一步提升水库的综合效益，为区域经济的持续发展和生态环境的保护提供坚实保障^[2]。水库围堤改造工程示意图如图1所示。

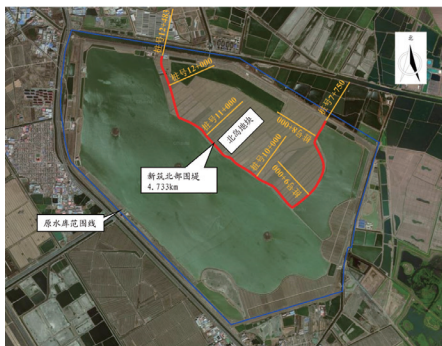


图1 水库围堤改造工程示意图

二、新筑北部围堤典型断面设计

新筑北部围堤堤线布置在生态红线和生态黄线之间，其设计充分体现了对环境保护的尊重与重视。围堤的绿化平台迎水侧坡肩与水库的生态红线保持一致，高程定为4.70米，这不仅有助于维护生态平衡，也与水库周边绿化相协调^[3]。设计的堤顶高程为5.50米，宽度10.00米，提供了充足的空间用于交通和日常维护。堤顶上铺设了7.00米宽的沥青道路，两侧各有1.50米宽的路肩，确保了行车的安全与舒适。路肩宽度适宜堤顶行道树布置。

护岸的坡度应根据具体情况进行合理控制，一般均匀坡度可在1:2到1:3之间选择，以防止水流冲刷和滑坡。此外，还需要设置出水口、分流堰等设施，以缓解水流的冲刷压力，提高护岸的安全性和可靠性^[4]。可以在4.70米高程处，设置一处3.00米宽的绿化平台，坡底的高程为0.50米，绿化平台以下采用格宾护坡和护脚。这种结构应用于河岸护坡的结构加固，可以提高河岸护坡可靠性，实现对结构进行加固的重要目的^[5]。

背水坡同样采用了1:3.0的坡比，并在高程4.10米处设置了一处2.00米宽的平台，为水库的日常管理和应急响应提供了便利。本文提供的新筑北部围堤典型设计断面，经过精心规划和计算，确保了其功能性与美观性的和谐统一。

利用 AutoBank7.7软件（由河海大学工程力学研究所开发）对新筑北部围堤的典型设计断面进行了堤坡抗滑稳定计算。计算结果表明，在各种工况下，典型设计断面的堤坡抗滑稳定安全系数均符合规范要求，这充分证明了围堤堤身的稳定性。因此，可以得出结论，该典型断面的设计是合理且可靠的，能够有效保障水库的安全运行和周边生态环境的和谐共生。新筑北部围堤典型断面图如图2所示。

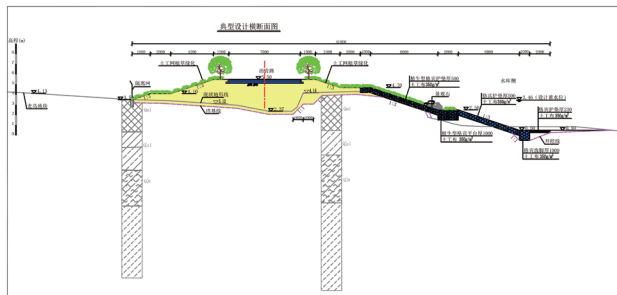


图2 新筑北部围堤典型断面设计图

三、设计原则

新筑北部围堤的设计工作秉持一系列关键原则，旨在保障项目的全方位成功和持久效益。安全性作为设计的根本，确保围堤在防洪方面具备足够的抵御能力，稳固性在各种水文条件下均能得到保障，从而确保周边居民生命财产安全。

在经济维度上，设计的合理性被置于首位。通过精确设计和资源的高效配置，工程成本得到有效控制，同时确保投资回报率达到最优。环境保护在设计理念中占据重要地位，施工过程中将实施积极的环境保护措施，力求将对周围生态系统的干扰降至最低，维护生态平衡，推动工程与自然环境的和谐共处。

设计的实际可操作性亦受到高度重视，确保方案在实施过程中简便、高效，充分考虑到施工的具体条件，避免引入不必要的复杂因素，确保工程进度顺利推进。此外，设计中还特别关注了工程的长远维护和运营效率，以降低长期成本，延长工程使用寿命。整体设计充分考虑了工程的安全性能、经济合理性、环境保护和施工可行性，力求在满足现代水利基础设施需求的同时，也体现出对科学性和专业性标准的严格遵循，为区域可持续发展贡献力量。

四、抗滑稳定计算

依据《碾压式土石坝设计规范》（SL274-2020）的规定，在进行土石坝边坡抗滑稳定计算时，若采用考虑条块间作用力的方法，对于3级坝，其边坡抗滑稳定安全系数的允许值如下：正常运用条件下为1.30，非常运用条件Ⅰ下为1.20，非常运用条件Ⅱ下为1.15^[6]。针对新筑北部围堤的抗滑稳定计算，将其分为正常运用条件和非常运用条件两大类，以确保设计的严谨性和安全性。

在正常运用条件下，考虑了以下两种情况：①稳定渗流期：此时期上游的设计蓄水位为3.46米，而下游水位则取现状地下水位。在这一条件下，计算上、下游坝坡的抗滑稳定性。②库水位降落期：在这一阶段，库水位将从设计蓄水位（3.46米）均匀下降至死水位（-0.03米），整个过程持续15天，并重点关注这一过程中上游坝坡的抗滑稳定性。

在非常运用条件下，又细分为两个子条件：①非常运用条件Ⅰ，即施工期（包括竣工期）：在此期间，堤身均匀上升，且上下游均无水。我们将对上、下游坝坡的抗滑稳定性进行计算^[7]。②非常运用条件Ⅱ，即上游蓄水常水位为2.50米，下游水位仍取现状地下水位，同时遭遇Ⅶ度地震的影响。在此极端条件下，我们将评估上、下游坝坡的抗滑稳定性。计算内容涵盖了以下几个方面：①施工期间的上、下游坝坡稳定性。②稳定渗流期间的上、下游坝坡稳定性。③库水位降落期间的上游坝坡稳定性。④在正常运用条件下遭遇地震时，上、下游坝坡的稳定性^[8]。

通过这些细致的计算和分析，旨在确保新筑北部围堤在各种可能遭遇的工况下均能保持稳定，从而保障水库的安全运行和周边地区的安全。边坡稳定计算成果见表1。

表1 新筑北部围堤典型断面抗滑稳定计算成果表

工况		位置	最小安全系数	允许安全系数
正常运用条件	稳定渗流期	临水坡	2.66	1.30
		背水坡	5.10	1.30
	水位降落期	临水坡	1.86	1.30
非常运用条件Ⅰ	施工期	临水坡	1.25	1.20
		背水坡	4.08	1.20
非常运用条件Ⅱ	正常运用+7度地震	临水坡	1.92	1.15
		背水坡	3.49	1.15

从计算结果可以看出,在各种工况下,现状围堤堤坡的抗滑稳定安全系数均满足规范要求,说明围堤堤身是稳定的。新筑北部围堤典型断面滑弧位置见图3。

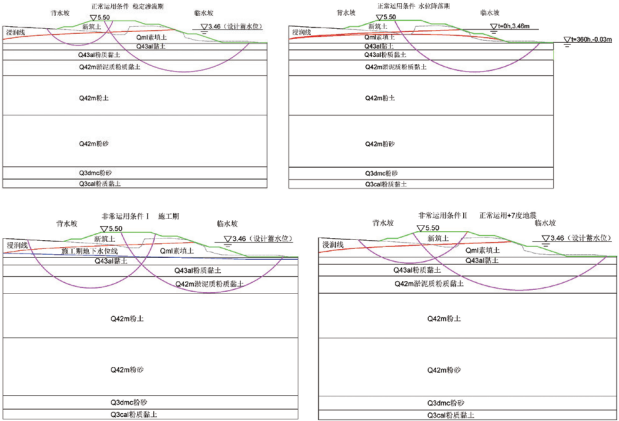


图3 新筑北部围堤典型断面滑弧位置图

五、结论及建议

通过对平原地区水库北部围堤的改造工程设计及其抗滑稳定计算,得出结论,新筑北部围堤的设计充分体现了工程安全性、经济合理性、环境保护和施工便利性原则,确保了项目的全面成功与长期效益。典型设计断面的堤坡抗滑稳定安全系数在正常运用条件和非常运用条件下均符合《碾压式土石坝设计规范》的要求,显示了围堤堤身的良好稳定性^[9]。该设计不仅确保了围堤在各种工况下的稳定性,有效提升了水库的防洪能力和调蓄功能,同时也保护了周边生态环境。

施工过程中,必须严格遵循设计图纸和规范要求,确保每一施工环节均符合既定标准。同时,加强对施工现场周边环境的监测和保护措施,减少施工活动对生态系统的负面影响。围堤建设完成后,应建立定期维护和检查制度,以保障其长期稳定运行。鉴于气候变化可能导致极端天气事件频发,未来的运营管理需加强对水库水位和围堤状况的实时监控,以便在出现异常情况时能够迅速采取有效应对措施,确保水库安全^[10]。进一步,建议开展水库生态环境的专项研究,并实施生态修复措施,以促进水库生态系统的健康和持续改善。

通过上述措施,可以确保水库的安全运行,同时促进区域经济的可持续发展。此外,建议建立跨学科的研究团队,结合例如智慧水务的知识,为水库围堤的设计、施工、运营和管理提供全方位的科学支持。

参考文献

[1]王琛. 基于平原水库渗漏的水量计算分析和模拟 [D]. 济南大学, 2021.DOI:10.27166/d.cnki.gsdec.2021.000641.

[2]王伟, 宋五朋. Autobank在堤防渗流稳定分析中的应用 [J]. 河南水利与南水北调, 2021(10):76-78.

[3]王桂智, 杨庆庆, 蒋文志, 等. 基于 Autobank的荆方泵站上游围堰渗流稳定分析 [J]. 水利技术监督, 2019,(03):44-47.

[4]傅美龄. 水利工程河道堤防护岸施工技术分析 [J]. 水上安全, 2023,(12):193-195.

[5]潘玉坤. 格宾石笼在某泄洪河道治理中的应用 [J]. 河南水利与南水北调, 2022,51(11):51-52+61.

[6]刘妍妍, 云斌. Midas/GTS在边坡稳定计算中的应用 [J]. 内蒙古水利, 2021(04):73-74.

[7]王华, 刘会琦. 绿堰滩水库大坝除险加固抗滑稳定与应力计算 [J]. 陕西水利, 2023,(09):178-180.DOI:10.16747/j.cnki.cn61-1109/tv.2023.09.073.

[8]陈涛. 某水库重力坝坝基结构面勘察及评价 [J]. 红水河, 2023,42(04):101-105.

[9]朱强. 基于 Auto bank的某水库大坝坝坡稳定性分析 [J]. 水电与新能源, 2023,37(07):51-53+57.DOI:10.13622/j.cnki.cn42-1800/tv.1671-3354.2023.07.013.

[10]王航. 基于 AutoBank的某均质土坝坝坡稳定性分析 [J]. 东北水利水电, 2023,41(07):60-62+72.DOI:10.14124/j.cnki.dbslsd22-1097.2023.07.017.