

团 体 标 准

T/CIDA 0005—2020

提水灌区用水全程量测控 技术应用指南

Guidelines for the application of whole – process water
measurement and control technology
in pumping irrigation districts

2020-11-27 发布

2020-12-20 实施



中国灌区协会 发布

中国灌区协会团体标准发布公告

2020 年第 02 号（总第 03 号）

根据《中国灌区协会团体标准管理办法》规定，经中国灌区协会第六届理事会第五次会议（通讯）表决通过，现发布以下标准：

序号	标 准 名 称	标准编号	发布日期	实施日期
1	提水灌区用水全程量测控技术应用指南	T/CIDA 0005—2020	2020. 11. 27	2020. 12. 20

现予公告。

中国灌区协会

2020 年 11 月 27 日

目 次

前言 V

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语与定义 1

4 泵站提水测控 4

 4.1 进水系统整流优化技术 4

 4.2 泵站自动控制与监测系统 4

 4.3 泵站系统高效节能调控 4

5 灌区量水 4

 5.1 一般规定 4

 5.2 水源量水 5

 5.3 水泵出水管道量水 5

 5.4 渠道量水 5

 5.5 排水沟道量水 5

 5.6 工业和生活用水监测 6

 5.7 测量误差及不确定度 6

6 田间水分监测 6

 6.1 一般规定 6

 6.2 旱田水分监测 6

 6.3 水田水分监测 6

 6.4 气象监测 7

 6.5 作物生长监测 7

7 灌区用水控制 7

 7.1 灌溉预报与灌溉决策 7

 7.2 水源取水调控 7

 7.3 输配水调控 8

 7.4 田间用水控制 8

 7.5 田间排水管理 8

 7.6 工业与生活用水管理 8

8 灌区用水管理平台构建 8

 8.1 一般规定 8

 8.2 技术要求 9

附录 A（资料性） 提水灌区用水全程量测控概化图 10

附录 B（资料性） 泵站流量推算 11

前 言

本指南按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本指南的某些内容可能涉及专利。本指南的发布机构不承担识别专利的责任。

本指南由中国灌区协会提出并归口。

本指南起草单位：中国灌溉排水发展中心、武汉大学、中国农业大学、中国水利水电科学研究院、河海大学。

本指南主要起草人：谢崇宝、罗玉峰、姚志峰、邵光成、吴文勇、张国华、陈梦婷、夏康平、鲁少华、崔金涛。

提水灌区用水全程量测控技术应用指南

1 范围

本指南规定了提水灌区用水全程量测控技术的适用条件、应用要求。提水灌区用水全程量测控概化图见附录 A。

本指南适用于以江、河、湖、库、塘、堰等为主要水源的提水灌区和自流灌区。

本指南采用目前灌区推行的量测控新技术，相应部分内容应符合有关规程。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本指南必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本指南；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本指南。

GB/T 21303 灌溉渠道系统量水规范
GB/T 28714 取水计量技术导则
GB 50288 灌溉与排水工程设计标准
GB/T 20203 管道输水灌溉工程技术规范
GB/T 50510 泵站更新改造技术规范
GB/T 30948 泵站技术管理规程
SL 365 水资源水量监测技术导则
SL/T 537 水工建筑物与堰槽测流规范
SL/T 246 灌溉与排水工程技术管理规程
SL 364 土壤墒情监测规范
SL 4 农田排水工程技术规范

3 术语与定义

下述术语与定义适用于本指南。

3.1

整流

一种用于改变泵站前池和进水池复杂水流流态以获得水泵进口更为稳定的水力条件的工程措施。

3.2

导流墩

一种用于改善泵站前池和进水池水流流态的结构简单、水力损失小的整流措施，其原理是通过其导流作用，减小前池平面扩散角，均化水流，能够有效消除脱壁回流、偏流等不良流态。

3.3

十字消涡板

一种设置于水泵吸水管喇叭口下方的用于改善泵站进水池流态的整流措施，其原理是利用十字板削弱或消除进入喇叭口水流流速的圆周分量，破坏吸入涡和附壁涡形成条件，继而使流入喇叭管内的水流具有更高的均匀度。

3.4

量水

确定通过某一已知断面的水体随时间变化的物理量的过程。

3.5

标准断面法量水

选择满足一定长度顺直渠道上某一断面，率定通过该断面的流量与水位关系，利用该关系，根据水位读数计算渠道流量的方法。

3.6

渠系建筑物量水

一种利用渠道建筑物测量渠道流量的方法。

3.7

渠道水利用系数

渠道流入下级渠道水量（或流量）之和与该级渠道引入总水量（或流量）的比值。

3.8

渠系水利用系数

渠道系统控制灌溉面积上的田间净流量与该渠系最上一级渠道引水口引入毛流量的比值。

3.9

塘堰

一种在山区或者丘陵地带修筑的小型蓄水工程，用来积蓄附近的雨水或泉水。

3.10

边坡系数

在一定边坡条件下，单位高程上的水平距离。

3.11

巴歇尔槽

一种由收缩段、窄颈段及扩散段所组成，剖面上具有反坡的短喉道测流槽。

3.12

量水尺

一种用于观测水体水位的标尺。

3.13

水表

一种测量通过管道断面水量的仪表。

3.14

电磁流量计

一种应用电磁感应原理，根据导电流体通过外加磁场时感生的电动势来测量导电体流量的仪器。

3.15

超声波流量计

一种利用超声波在流体中的传播特性来测量水量的仪器。根据信号检测原理，超声波流量计主要有速度差法和多普勒法两类。

3.16

田间水分监测

监测和测定田间水层深度和土壤含水率及其变化趋势的过程。

3.17

稻田水层-土壤水分一体化监测站

一种同时能监测稻田水层深度和土壤含水率的监测站。

3.18

叶面积指数

单位土地面积上植物叶片总面积占土地面积的比值。

3.19

作物生长遥感监测法

一种根据作物对光谱的反射特性，获取作物生长信息的监测方法。

3.20

作物生长无人机监测法

一种通过无人机搭载光谱传感器或高清数码相机对作物生长进行监测的技术方法。

3.21

灌区用水控制

对灌区用水水量的调蓄、输送、分配及使用过程进行控制。

3.22

灌溉预报与决策

对在一定条件下作物所需要的灌水定额及灌水日期做出预测和决定。

3.23

群集用水多目标决策模型

针对多水源灌区进行群集概化，对灌区灌溉用水决策中水量转移过程进行数学模拟和描述，根据用水目标的耦合关系建立多目标优化决策数学模型，以实现灌区用水优化调度。

3.24

渠系动态配水

以当前的水情动态信息为依据制定渠系配水计划。

3.25

全渠道控制系统

通过计算机及数学模型实现对整个灌区或灌溉区域的输配水模拟，实现对渠系网络全局控制和水量调度的自动控制系统。

3.26

测控一体化闸门

一种为明渠灌溉控制设计的集流量计量和控制为一体的水量调控设备。根据结构形式差异，可分为堰槽式测控一体化闸门、箱涵式测控一体化闸门、管涵式测控一体化闸门、底升式测控一体化闸门、活页式测控一体化闸门、弧底式测控一体化闸门和卷帘式测控一体化闸门等，除箱涵式和管涵式测控一体化闸门外，其余五类测控一体化闸实质上为堰顶高度可调的顶面溢流控制设备。

3.27

临界不淤流速

泥沙将要沉积而未沉积时的流速。

3.28

智慧灌溉管理平台

一种基于物联网、互联网、云计算、大数据、移动应用等现代信息技术，为田间作物灌溉提供土壤水分监测、灌溉决策制定及实施动态反馈等功能的信息管理系统。

3.29

智能移动终端

一种安装开放式操作系统，使用无线通信技术实现互联网接入，可通过下载、安装应用软件并可在移动中为用户提供服务的终端设备。

3.30

全程量测控技术

一种为提高水资源的利用效率和效益，从水源取水、渠系配水、田间用水到农田排水等全流程对

水流实施监测与控制的技术，主要包括蓄水、引水、提水、输水、配水、用水和排水等灌区水流全过程的监测与控制。

4 泵站提水测控

4.1 进水系统整流优化技术

4.1.1 对新建和已建成泵站，可应用计算流体动力学分析技术，以吸水管进口水流均匀度为评价指标，提出适宜的前池及进水池整流消涡措施，保证水流顺畅、流速均匀、池内不产生涡流。

4.1.2 对前池流态紊乱状况，可采用导流墩、底坎、立柱等一种或者多种组合形式的整流措施，并优化关键尺寸，优先推荐采用变高度导流墩组合形式。

4.1.3 对进水池流态紊乱状况，可在喇叭管下方增设消涡装置，并对消涡装置的位置、形式和高度进行优化，通过对比水力损失和流态方面的差异，寻求优化方案，推荐采用锥台消涡装置或十字消涡板。

4.1.4 对前池及进水池泥沙淤积状况，可采用基于多相流模型的计算流体动力学分析方法定性预测前池及进水池流态与泥沙分布，继而兼顾流态与泥沙淤积特性，进一步优化整流装置。

4.2 泵站自动控制与监测系统

4.2.1 泵站自动控制与监测系统应根据泵站的运行特点和要求，综合考虑技术、经济等方面进行设计。

4.2.2 对泵站自动控制，宜构建一个完整的分布式、实时过程控制的泵站自动化远程控制系统，正常运行方式下系统可由泵站主控计算机控制，也可由调度中心进行远程统一调度、操作与控制。

4.2.3 泵站系统在日常运行期间应开展水量和运行状况的监测。泵站运行状况的主要监测指标应包括扬程、功耗、压力脉动、振动、噪声等。

4.2.4 对泵站自动化监测系统，应具备对各设备运行状态、电力参量、水测参量、报警信息等自动实时监测及历史运行记录数据查看、报表打印、分析等功能。

4.3 泵站系统高效节能调控

4.3.1 针对水泵系统运行调节，应考虑提水灌区水源在时间上分布不均匀、水泵运行容易偏离设计工况等问题。对于离心泵、轴流泵和混流泵等宜采用最新的调控技术。对于离心泵，可通过变频或叶轮进口前加装可调导叶实现运行工况点的调节；对于轴流泵和混流泵，宜采用变速和变角调节“双调”技术实现运行工况点的调节。

4.3.2 应降低单级泵站运行能耗。对单级泵站，可应用水泵与进水系统多目标动态匹配技术，通过水泵转速、进出水池水位和机组台数等手段调节，保证开机水泵处于高效区运行，降低泵站能耗。

4.3.3 应降低梯级泵站运行能耗。对梯级泵站，根据各级泵站的调水能力，可应用运行匹配优化技术，以泵站系统运行稳定性和运行效率为主要优化目标，制定各级泵站最佳开机运行方案，保证灌溉泵站充分发挥效益。

5 灌区量水

5.1 一般规定

5.1.1 应根据灌区规模、地区特点以及管理任务布设水量监测站点。

5.1.2 水量监测位置布设应遵循下列原则：

- a) 水量监测站点应不受闸门启闭和挡水建筑物壅水影响，宜在渠段顺直、水流平稳处设置，也可与各类水力性能良好的闸门、渠系建筑物等结合设置。

- b) 水量监测站点应优先保证用水单元分界点的计量,从源头开始,先上后下,先干支后斗农,逐级延伸。
- c) 提水泵站的前池、过流管道、出水池及干支斗渠进水口宜全部监测。
- d) 水量监测站点宜布置在交通发达、通信便利的地点。

5.2 水源量水

5.2.1 从河流直接取水的灌区应进行水源量水,主要观测水源流量、水位。水源测站位置应在引水口上游 50~100m 的平直河段上。

5.2.2 从库、塘、堰、湖取水的灌区宜在其上游河道连接处设置水源测站,应在取水口附近水流平稳处设置水位观测站。

5.2.3 水源流量宜采用流速仪、流量计或量水建筑物测流。

5.3 水泵出水管道量水

5.3.1 水泵提水流量宜采用仪表量水,可采用超声波流量计、电磁流量计、水表量水。当现场条件无法满足仪表测流要求时,可根据公式进行流量推算,具体计算方法见附录 B。

5.3.2 利用超声波测流,流体浊度应小于 10000mg/L,排水悬浮物小于 1000mg/L,流速范围宜为 0.3~10m/s。换能器应安装在平直的、内表面平滑、圆度好的直管段上,上下游所需直管段长度应满足过流平稳的要求。

5.3.3 利用电磁流量计测流,前直管段长度应大于 5 倍直径,后直管段长度应大于 2 倍直径,该范围内不应安装闸阀。电磁流量计上限流速应不超过 5m/s,下限流速应不小于 0.5m/s。

5.3.4 利用水表量水,可根据管道口径大小选择。水表主要有旋翼式和螺翼式两类,旋翼式水表适用于小口径(15~40mm)管道,螺翼式水表适用于大口径(50~400mm)管道。旋翼式水表前后应有不小于 0.3m 的直管段;螺翼式水表前后应有不小于 8~10 倍公称直径的直管段。水表前宜设过滤网。

5.4 渠道量水

5.4.1 渠道量水设施应考虑在固定渠道重要节点布设,包括渠首测站、配水测站、分水测站、平衡测站及专用测站。

5.4.2 测流渠段及断面选择应符合渠道测流的规定,渠系建筑物量水应根据不同类型和水流形态选择相应的流量公式。

5.4.3 渠首测站宜在渠段顺直、水流平稳处设置,也可与引水闸结合设置。

5.4.4 配水测站应布设在闸后或干、支渠配水闸下游 50~100m 水流平稳的渠段上,宜采用渠系建筑物或量水仪表量水。

5.4.5 分水测站应设在闸后或斗渠及以下小型渠道渠首以下 30~50m 处的水流平稳渠段上,宜采用堰槽或具有测流功能的分水闸量水。

5.4.6 平衡测站应设在具有退水功能的灌溉渠道末端及退水渠渠首,宜采用渠系建筑物量水。

5.4.7 专用测站宜利用已有测站及渠系建筑物进行量水,特殊需求可据实设立。

5.4.8 利用水工建筑物或堰槽测流,应按规定对其相关基础设施及技术装备进行检定或校准,保证其精度和性能达到技术要求。

5.4.9 利用水工建筑物或堰槽测流结果,可采用流速面积法或体积法等进行量值溯源。

5.4.10 利用仪表监测水位、流速、流量、开度或水量等应进行技术经济比较,监测仪表应满足先进实用的原则。

5.5 排水沟道量水

5.5.1 应设立排水测站,观测灌区排水的流量及水量。测站应布设在灌区排水沟及排水枢纽上。

5.5.2 干沟、支沟应利用直线段的排水建筑物量水，并设相应的测流设施。

5.5.3 斗沟及以下排水沟道宜采用手持流速仪进行排水测量，测流断面沿水面宽方向布置测速垂线，垂线及垂线上的测点数依排水沟宽深而定，用经过率定的流速仪测出各测点流速。

5.6 工业和生活用水监测

5.6.1 应设工业和生活用水监测站，观测灌区内工业与生活用水量，测站应设在取水泵站或管道上，或者专门供水的渠道上。

5.6.2 工业和生活用水监测宜采用仪表量水，可采用超声波流量计、电磁流量计、水表量水或量水堰槽。

5.7 测量误差及不确定度

5.7.1 应对各种量水方法的精度进行验证，其测量误差应满足下列要求：

- a) 仪表类量水设备，如电磁流量计、超声波流量计、水表等测量允许误差为 $\pm 5\%$ 。
- b) 堰槽类量水设备及流速仪，如巴歇尔量水槽、无喉道量水槽、长喉道量水槽、量水槛、量水堰等测量允许误差为 $\pm 8\%$ 。
- c) 渠系建筑物，如闸涵、跌水、倒虹吸、渡槽等测量允许误差为 $\pm 10\%$ 。
- d) 干渠、支渠、斗渠测流，可根据实际需求和应用环境等采用不同的误差要求。
- e) 新建或改建测流设施应进行必要的水力学复核，应避免严重改变原有流态导致测量误差增大或者其他负面影响的发生。
- f) 多泥沙水流测流，测量段应避免淤积以减少测量误差。

5.7.2 为减少测量误差，主要仪器、测具及有关设备装置应进行定期检定、比测，加强保护和维修；若采用渠系建筑物或堰槽量水，在堰、槽、闸等建筑物施工和安装时应严格按照图纸进行并定期进行养护。

5.7.3 流量测量不确定度宜不超过 5% （ 95% 置信水平）。

6 田间水分监测

6.1 一般规定

6.1.1 田间水分监测地段应依据田间水分监测目的划分为3类：作物观测地段，固定观测地段，辅助观测地段。

6.1.2 作物观测地段宜设置田间水分监测站，仪器安装场地的田间管理应与作物所在地段相同。

6.1.3 固定观测地段应选择在自然土壤水分状况、下垫面状况及土壤盐碱量等特征具有代表性的地段。

6.1.4 辅助观测地段的设置、测定时间、测定深度等可由上级业务主管部门和台站自行确定。辅助地段采用便携式土壤水分仪进行观测。

6.2 旱田水分监测

6.2.1 旱田水分监测主要实现对土壤水分的长时间连续监测，可根据监测需要，在田间灵活布置土壤水分传感器；也可根据作物根区土壤水分状况将传感器布置在不同深度，测量剖面土壤水分情况。

6.2.2 可根据监测需要适当增加监测项目，包括土壤温度、土壤电导率、土壤pH值、地下水水位、地下水水质等。

6.3 水田水分监测

6.3.1 水田水分监测应包括田面水层深度和稻田土壤含水率。

6.3.2 可建立稻田水层-土壤水分一体化监测站,通过水位传感器监测稻田有水层时的稻田水层深度,通过田间试验建立稻田无水层时地下水埋深与不同土壤类型稻田土壤含水率之间的关系,无水层时监测地下水埋深以得到稻田土壤含水率。

6.4 气象监测

6.4.1 应在灌区范围内设置气象站对气象进行观测,提供气象数据进行作物需水量计算。

6.4.2 可直接安装小型自动气象站,也可根据需要自行搭建气象站,参数应包括风向、风速、降雨量、温度、相对湿度、大气压强和太阳辐射等。

6.5 作物生长监测

6.5.1 宜在作物生长发育过程中对作物生长状况进行连续监测。作物生长指标宜包括叶绿素含量、叶面积指数、归一化植被指数、株高、茎粗、叶片数等。

6.5.2 作物生长监测方法包括人工观察法、田间采样-室内分析法、遥感监测法、无人机监测法等。

7 灌区用水控制

7.1 灌溉预报与灌溉决策

7.1.1 灌溉之前应进行灌溉预报,对作物需水量、土壤含水量或田间水层深度进行预测,并结合降雨预报情况,从而决定是否灌溉。

7.1.2 可根据收集的气象数据、当地天气预报数据进行参考作物腾发量(ET_0)预报,然后采用作物系数法对作物需水量进行预报。

7.1.3 宜根据作物需水量预测和田间水分监测的数据,对未来土壤含水量或田间水层深度进行模拟预测。

7.1.4 灌溉预报应以作物需水量预测为基础,以土壤含水量或田间水层深度预报为核心,根据各个时段的土壤含水量或田间水层深度,通过农田水量平衡运算,对适宜的灌水时间和灌水量进行预报。

7.1.5 对信息化建设水平较高的灌区可采用大数据和人工智能等技术,建立智能灌溉决策模型。

7.1.6 智能灌溉决策模型可采用基于大数据技术的灌溉决策制定方法,即搭建田间水层、土壤墒情等信息实时监测网络体系,利用大数据技术对历史数据和实时数据进行挖掘和处理,构建智能灌溉决策模型。

7.1.7 可构建基于风险控制的智能灌溉决策模型。智能灌溉决策模型可采用基于强化学习的灌溉决策制定方法,即考虑未来降雨进行灌溉预报,利用强化学习技术综合考虑灌后遇雨造成灌水浪费及不灌等雨而无雨造成受旱减产两个方面的风险制定灌溉决策。

7.2 水源取水调控

7.2.1 应根据灌溉预报、未来水源状况以及河流封冻、河床地质与地形等因素对取水构筑物的正常工作及其取水安全性的影响,综合确定水源取水计划。

7.2.2 针对取水口的选择,地表径流提水工程应选在河段顺直、水量丰沛、主流靠近岸边、河床稳定的地方,应避免选在有沙滩、支流汇入或分岔的河段。

7.2.3 针对多水源提水灌区,可构建群集用水多目标决策模型。将有效降水、塘堰蓄水、骨干水库供水和泵站提水等多种水源概化成群集,以产量降低最少、水分利用效率最高和泵站抽水能源消耗最少为目标,建立提水灌区群集用水多目标决策模型,以此确定不同水平年水源取水计划。

7.2.4 应加强泵站运行实时监控,保证系统运行安全。

7.2.5 泵站取水应在高效率区间运行,取水流量应与灌区用水需求相适应。

7.3 输配水调控

7.3.1 应根据水源取水计划和灌区量测系统采集的数据制定配水计划，确定每次灌水向配水点分配的水量、配水方式、配水流量、配水顺序及配水时间。

7.3.2 应对多级渠道进行渠系动态配水优化，以保证各级渠道开关闸门操作次数少、渠道输水平稳且渠系输水损失小为目标，确定各级渠道的实际流量和开闸时间。

7.3.3 应因地制宜选择一体化或分体式测控技术与设备，并可根据实际需求接入网络系统实现远程调控。新建或改建闸门可选择测控一体化技术设备进行水量控制，但应进行水力计算与复核，避免产生不利的水力影响；改造或改建闸门宜增设水量量测功能，但应根据水力复核结果选择适当位置配置相应量测设施，实现水量的一体化或分体式测控。

7.3.4 可采用全渠道控制系统将所有闸门集成在一个网络中，通过计算机和通信网络实现灌溉区域的输配水自动化，对整个渠系网络进行全局控制。

7.3.5 利用高含沙水作为主要水源的灌区应考虑泥沙冲淤平衡，避免渠（管）道系统淤积。

7.3.6 管道输配水系统应减少泥沙对灌溉系统的淤积，管道输水灌溉临界不淤流速应不低于 0.8m/s 。

7.3.7 在含沙量较大的灌区，渠首应修建沉沙池，以有效减小来水含沙量。

7.3.8 在条件允许的情况下，可增大渠道比降，以减少渠道淤积。

7.4 田间用水控制

7.4.1 可通过智慧灌溉管理平台对灌溉用水和田间状况进行实时跟踪监测，并通过控制中心对闸阀进行开关控制，实现远程调节。

7.4.2 灌区用水管理可通过智能移动终端，实时获取管理区域所有田块灌溉预报及渠系水情，通过智慧灌溉管理平台对灌区灌溉用水进行实时跟踪，实现渠系闸群控制与灌溉调度。

7.5 田间排水管理

7.5.1 应采取适当的排水管理措施，尽可能减小田间排水对水环境产生的负面影响。可采用模型模拟确定不同排水管理措施下的污染物流失路径，在排水系统设计时确定合理的布置方式以有效消减或避开污染源。

7.5.2 可利用农田-生态沟-塘堰湿地系统水量水质协同作用进行节水减排一体化处理。充分利用灌区丰富的植物和微生物及蓄滞流通道，实现田间节水灌溉与水肥综合调控以减少农业面源污染排放的累加效果。可利用植物篱、生态沟、稳定塘、湿地等综合措施对农业面源污染进行消解与净化。

7.5.3 在水资源短缺地区，应考虑农田排水作为一个重要的水源加以合理再利用，可采用混灌等方式将农田排放的弃水与淡水按照一定比例混合后用于灌溉，既可减少后期淋洗使用的淡水消耗，又可增加灌溉水供应量。

7.6 工业与生活用水管理

7.6.1 取用水户应严格按照定额用水，用水量应控制在水行政主管部门下达的总量范围内。

7.6.2 有条件企业可新上中水回用项目，鼓励利用非常规水源。

7.6.3 应推广使用节水器具。

8 灌区用水管理平台构建

8.1 一般规定

8.1.1 应根据灌溉的规模、管理与运行的实际需要构建统一的管理平台，用于收集、监测、管理和

控制灌溉区域内所有信息设备的运行状况和数据信息，为灌溉管理人员提供服务支持。

8.1.2 管理平台应包括数据库、方法库、模型库、知识库及相应的分析管理模块和人机交互界面等内容。

8.1.3 管理平台应支持智能移动终端的接入，并对其进行授权管理。

8.2 技术要求

8.2.1 管理平台应具备下列功能要求：

- a) 具备灌区用水全程量测控数据实时远程监测和控制功能。
- b) 具备灌区用水管理信息的查询功能，支持地理信息系统查询。
- c) 具备灌区闸门、泵站等设备故障信息自动报警功能。

8.2.2 管理平台应采取安全防范措施，定期对数据进行安全检测，保证网络信息安全。



附录 B
(资料性)
泵站流量推算

泵站流量计算可用下列公式：

a) 单机流量计算利用有功功率折算测流法，即利用水泵流量与泵机组有功功率的线性函数关系：

$$q_i = kN_i + b \quad (\text{B. 1})$$

式中：

q_i ——第 i 单机流量， m^3/s ；

N_i ——第 i 单机电功率， kW ；

k ——系数，其数值应由实测得出；

b ——包括损耗在内的常数，其数值应由实测得出。

b) 多机流量计算公式：

$$Q = \sum_{i=1}^n q_i \quad (\text{B. 2})$$

式中：

Q ——多机流量， m^3/s ；

n ——单机台数。

100-1000000

100-1000000

100-1000000

100-1000000

100-1000000

100-1000000

100-1000000

100-1000000

100-1000000

100-1000000

100-1000000

100-1000000

100-1000000