

T/XXXX

中国游泳协会团体标准

T/XXXX XXXX—XXXX

# 游泳赛事活动水下视频助理裁判通用技术要求

General Technical Requirements for Underwater Video Assistant Referee  
in Swimming Events

(征求意见稿)

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

中国游泳协会 发布

# 目 次

前 言 .....	II
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	1
4 技术要求 .....	1
4.1 一般要求 .....	1
4.2 视频信号处理要求 .....	2
4.3 系统运行与管理要求 .....	2
5 功能要求 .....	3
5.1 多路视频接入 .....	3
5.2 视频输出 .....	3
5.3 多角度回放 .....	3
5.4 视频局部放大 .....	3
5.5 关键事件打点 .....	3
5.6 同步操作与交互 .....	3
5.7 执裁过程记录与输出 .....	3
5.8 事件记录与输出 .....	3
6 试验方法 .....	4
6.1 通则 .....	4
6.2 试验条件 .....	4
6.3 外观检验 .....	4
6.4 结构检验 .....	4
6.5 外壳防护性能检验 .....	4
6.6 视频信号处理检验 .....	4
6.7 系统运行检验 .....	5
6.8 功能检验 .....	6
6.9 试验报告 .....	6
7 使用说明 .....	6
8 标志 .....	7
9 包装、运输与贮存 .....	7
9.1 包装 .....	7
9.2 运输 .....	7
9.3 贮存 .....	7
10 定期检验 .....	7

## 前 言

本文件按照 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。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国游泳协会提出并归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

# 游泳赛事活动水下视频助理裁判通用技术要求

## 1 范围

本文件规定了水下视频助理裁判的术语和定义、技术要求、功能要求、试验方法、使用说明、定期检验、标志、包装运输和贮存。

本文件适用于游泳赛事活动水下视频助理裁判系统，其它涉水比赛用的水下视频裁判系统可参照执行。

## 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文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T1804 一般公差 未注公差的线性和角度尺寸的公差

GB/T 4208 外壳防护等级（IP代码）

GB/T 22239-2019 信息安全技术 网络安全等级保护基本要求

GB/T 7408.1 日期和时间 信息交换表示法 第1部分：基本原则

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**水下视频助理裁判系统 Underwater Video Assistant Referee (VAR) System**

水下视频裁判系统（水下VAR系统）是一种基于对涉水体育比赛需要对水下实况的视频信号进行实时捕捉、多角度回放、慢动作分析，以及在必要时引入先进的图像识别和数据分析技术，辅助裁判员在体育比赛中做出准确判罚的决策支持系统。

## 4 技术要求

### 4.1 一般要求

#### 4.1.1 系统组成

水下VAR系统由赛事服务器、网络交换机、高清显示屏（不小于24寸）、专业水下相机、水上高清相机等核心设备，线缆线材、机架PDU、定制型航空箱等运维必需设备，以及打点器、水下专用支架等辅材组成。具体详见表1。系统及设备的配置数量及布设应满足泳道全覆盖、视觉无盲区的要求。

表1 水下VAR系统设备构成

序号	设备名称	设备类型
1	赛事服务器	核心设备
2	千兆网络交换机	核心设备
3	万兆网络交换机	核心设备
4	高清显示屏（不小于24寸）	核心设备
5	专业水下相机	核心设备
6	水上高清相机	核心设备
7	线缆线材	运维必需设备
8	机架PDU	运维必需设备

序号	设备名称	设备类型
9	定制型航空箱	运维必需设备
10	打点器、水下专用支架等	辅材

#### 4.1.2 外观

4.1.2.1 设备各部件外表面应光洁、平整,不应有凹痕、划伤、裂缝、变形等缺陷。

4.1.2.2 金属机壳表面应有防锈、防腐蚀涂层,金属零件不应有锈蚀。

#### 4.1.3 结构

设备应装配牢固,连接可靠。

#### 4.1.4 外壳防护要求

设备的外壳防护等级和试验要求应符合GB/T 4208的规定,专业水下相机的外壳防护等级应达到IP68。

### 4.2 视频信号处理要求

#### 4.2.1 信号格式兼容性

水下VAR系统应支持HD-SDI、3G-SDI、4K-UHD等视频信号格式的实时接入与处理。

#### 4.2.2 分辨率与帧率

4.2.2.1 水下VAR系统应支持1080p(高清)、1080i(全高清)和3840×2160(4K超高清)分辨率;

4.2.2.2 水下VAR系统的帧率应支持50Hz、100Hz、150Hz、300Hz帧率的信号输入与回放。

#### 4.2.3 接入信号路数与扩展性

4.2.3.1 水下VAR系统应支持常速转播信号、水下/水上高清相机信号及计时计分信号接入。

4.2.3.2 水下VAR系统应具备扩展能力,支持接入更多路视频信号。

#### 4.2.4 视频信号同步

水下VAR系统应支持对接入的视频信号进行同步调节,全场全视频信号最大同步误差不大于3帧。

#### 4.2.5 视频信号延迟

水下VAR系统的实时延迟应不大于0.5s。

#### 4.2.6 视频输出质量

水下VAR系统输出视频的质量应通过VMAF (Video Multi-method Assessment Fusion) 评估,并满足以下要求:

——1080p信号平均分不低于99.8分;

——1080i信号平均分不低于98.1分。

### 4.3 系统运行与管理要求

4.3.1 水下VAR系统的视频采集、传输、存储与分析模块应保持持续稳定运行,系统的可靠性应满足以下要求:

a) 系统可用性不低于99.9%;

b) 连续运行无故障时间(MTBF)大于500h;

c) 单次任务中断时间不超过30s。

4.3.2 水下VAR系统的视频定位与跳转功能应操作便捷且能快速实现,视频应能逐帧定位,帧级定位误差不大于±1帧,关键帧跳转响应时间不超过0.2s。

4.3.3 水下VAR系统应具备数据加密与技术备份功能,采用AES-256或更高级别加密算法保障传输与存储安全,保留原始视频数据不少于30天,关键事件数据永久存档,访问控制权限符合GB/T 22239-2019三级安全要求。

4.3.4 水下 VAR 系统收到故障报告后，应及时响应，且在 12 h 内解决故障。

## 5 功能要求

### 5.1 多路视频接入

5.1.1 水下 VAR 系统应满足以下多路视频信号接入要求：

- a) 至少支持 30 路专业水下相机的接入；
- b) 兼容多种帧率视频接入，包括：
  - 1) 常规帧率摄像机：50 帧/s；
  - 2) 超高帧率慢动作相机：150 帧/s。
- c) 支持常速电视台转播视频接入，帧率为 50 帧/s；
- d) 支持接入多路超级高帧率慢放转播相机，其帧率不低于常速帧率的 3 倍。

5.1.2 水下 VAR 系统应保证所有接入相机的视频信号实现同步播放。

5.1.3 在进行多路视频同屏播放时，水下 VAR 系统应支持不同帧数的视频同时播放。

### 5.2 视频输出

水下 VAR 系统应将接入的转播视频，通过无损压缩或低压缩比编码等方式，以几乎无损耗的状态，同步、几乎无延迟地输出至裁判屏幕、操作员屏幕视频主管屏幕以及现场技术代表屏幕等多个指定终端。

### 5.3 多角度回放

5.3.1 水下 VAR 系统回放时应流畅、无卡顿、慢动作清晰。

5.3.2 水下 VAR 系统应支持多路视频信号的实时同步回放，并满足以下技术要求：

- a) 同步精度要求：多路视频回放时，各通道之间的同步误差应不大于 3 帧；
- b) 应支持多个摄像头、多个角度的比赛画面实时同步回放。

5.3.3 水下 VAR 系统应支持以下回放模式：

- a) 原速回放（1 倍）；
- b) 慢速回放：支持 0.1 倍至 1 倍（不含 1 倍）范围内的任意速度调节；
- c) 逐帧回放：支持 0.1 倍至 1 倍（不含 1 倍）范围内的任意速度调节。

### 5.4 视频局部放大

水下 VAR 系统应支持对多路视频的任意区域进行局部放大，支持 2~10 倍放大且连续可调。

### 5.5 关键事件打点

5.5.1 水下 VAR 系统应支持以时间戳标记关键事件（水下的疑似犯规动作等），并关联至对应视频帧，时间戳精度应不大于 10 ms，打点记录存储格式符合 GB/T 7408.1 的规定。

5.5.2 若水下 VAR 系统配置视频主管工作台，打点记录应同时显示至主管屏幕。

### 5.6 同步操作与交互

水下 VAR 系统应提供裁判和操作员同步进行关键操作的功能，包括但不限于关键事件打点、视频放大以及切换回放视频。

### 5.7 执裁过程记录与输出

水下 VAR 系统应支持记录视频助理裁判的追溯路径或录制视频助理裁判的执裁全过程，以文件或视频的形式输出。

### 5.8 事件记录与输出

5.8.1 水下 VAR 系统应具备记录疑似犯规事件的能力，按抢跳、触壁违规等情形进行分类存储，并支持用户自定义分类规则。

5.8.2 水下 VAR 系统应允许裁判员通过时间轴或事件标签快速跳转至历史事件，并对已记录的事件进行分类与标记修改，回放视频加载时间应不大于 0.2 s。

5.8.3 水下 VAR 系统应即时导出视频文件，输出的视频文件应采用 MP4、MKV 等格式封装；

5.8.4 水下 VAR 系统应具备将以时间戳标记过的视频片段以不同格式或码率保存及导出的能力，输出的事件视频文件应采用 MP4、MKV 等格式封装。

## 6 试验方法

### 6.1 通则

#### 6.1.1 物理量检验：

- 尺寸检验；
- 质量检验；
- 容量检验；
- 电压检验。

#### 6.1.2 目视检查。

#### 6.1.3 感官检查。

#### 6.1.4 操作试验。

#### 6.1.5 制造商质量合格证明文件查验。

### 6.2 试验条件

6.2.1 实验室试验，除非另有规定，试验应在常温、无振动、无腐蚀的环境中进行。

6.2.2 应在散射的日光或明亮的灯光下进行检验。

6.2.3 小于 200 mm 的线性尺寸的未注公差按 GB/T 1804 中的 m 级规定，其余线性尺寸未注公差按 GB/T 1804 的 v 级规定，应选用满足检验准确度的量具测量。

#### 6.2.4 场地试验环境气候条件：

- a) 试验环境温度 15 °C~35 °C；
- b) 相对湿度 30%~70%；
- c) 大气压力为 86 kPa~106 kPa。

#### 6.2.5 试验设备的精度应满足以下要求：

- a) 时间测量准确度不大于±0.1 ms；
- b) 力值测量准确度不低于±2%；
- c) 尺寸测量准确度不低于±0.1 mm；
- d) 万用表测量精度不低于±0.5%；
- e) VMAF 评分工具版本不低于 2.0。

### 6.3 外观检验

按 6.1.2 检验，在 500 lx 照度下，距设备 1 m 处目测检查外表面缺陷；用精度 0.02 mm 的塞尺检查金属部件锈蚀情况，判定是否符合 4.1.2 要求。

### 6.4 结构检验

用扭矩扳手检查螺纹连接（按设备说明书规定扭矩），用 50 N 拉力测试插接件，无松动、脱落即为合格。

### 6.5 外壳防护性能检验

设备按 GB/T 4208 中规定的方法进行检验，试验后检查外壳进水情况，外壳无进水且功能正常即为合格。

### 6.6 视频信号处理检验

#### 6.6.1 信号格式兼容性

按 6.1.2 检验，查看水下 VAR 系统设备接口与使用说明，判定是否符合 4.2.1 的规定。

## 6.6.2 信号路数与分辨率

根据使用说明组装好水下VAR系统，连接常速转播信号、水下/水上高清相机信号、计时计分信号后，按6.1.2检验，观察设备能否正常运行，判定是否符合4.2.2~4.2.3的规定。

## 6.6.3 视频同步测试

### 6.6.3.1 测试设备：

- a) 4台水上高清相机；
- b) 4台水下专业相机；
- c) 赛事服务器；
- d) 具备四画面分割回放功能的视频助理裁判（VAR）回放监视器；
- e) 1台频闪仪：1 Hz~100 kHz（可调）。

### 6.6.3.2 测试步骤：

- a) 将4台水上高清相机与赛事服务器、回访监视器等设备连接，并调整至同步状态；
- b) 将频闪仪调整至1 Hz，并调整频闪仪的闪光强度，确保所有视频信号源都能获得合适的闪光强度；
- c) 使用4台水上高清相机录制5 min的VAR四画面分屏信号；
- d) 截取视频中部画面质量稳定的3 min的视频片段进行逐帧分析，识别出四个视频信号中每一次闪光出现的具体帧序号并记录；
- e) 将闪光最先出现（帧序号最低）的水上高清相机定义为参考相机；
- f) 计算其余三台相机与参考相机帧序号的差值，判定是否符合4.2.4的要求。
- g) 测试4台水下专业相机，重复步骤a)~f)。

## 6.6.4 视频实时延迟测试

### 6.6.4.1 测试设备：

- a) 二画面分割器；
- b) 帧计数器。

### 6.6.4.2 测试步骤：

- a) 通过SDI接口将一段已知的未压缩视频（定义为“参考视频”）输入到二画面分割器上；
- b) 录制实时视频经VAR系统处理后输出到二画面分割器上；
- c) 在参考视频的顶部50行和底部50行中插入帧计数器；
- d) 整个测试需录制2 min（6000帧）。
- e) 在参考视频与实时视频中，任意选取10组帧索引相同的画面，记录参考视频画面显示时间戳（ $t$ ）及实时视频时间戳（ $T$ ）；
- f) 计算视频画面显示时间戳及实时视频时间戳的差值，判定是否符合4.2.5的要求。

## 6.6.5 视频输出质量

### 6.6.5.1 测试对象：

- a) 7组1080p典型视频（含水下高速运动、静态场景），每组至少14 s；
- b) 7组1080i典型视频（含水下高速运动、静态场景），每组至少14 s；

### 6.6.5.2 测试步骤：

将选取的视频按要求格式输出，采用VMAF评测工具，计算平均分，判定是否符合4.2.6的要求。

## 6.7 系统运行检验

### 6.7.1 系统稳定性测试

在系统正常工作环境下，模拟满负载运行，连续运行500h，每小时记录信号中断次数、服务器状态，判定是否符合4.3.1的要求。

### 6.7.2 视频定位与跳转测试

选取一段视频，用电子秒表测试关键帧之间跳转响应时间，判定是否符合4.3.2的要求。

### 6.7.3 数据加密测试

按6.1.4检验，查看系统的访问权限控制是否符合 GB/T 22239-2019 中 8.1.4.2 的要求。

## 6.8 功能检验

### 6.8.1 视频输出

按6.1.2检验，查看视频能否无延迟地输出至裁判屏幕、操作员屏幕视频主管屏幕以及现场技术代表屏幕等多个指定终端。

### 6.8.2 回放视频同步

接入带时间码的回放视频，截取时间码相同的画面，记录下全场显示屏当前画面的帧索引，判定是否符合5.3.2的要求。

### 6.8.3 多角度回放

按6.1.4检验，判定水下VAR系统是否满足5.3.3的要求。

### 6.8.4 关键事件打点

按6.1.4检验，判定水下VAR系统是否满足5.5的要求。

### 6.8.5 同步操作

按6.1.4检验，判定水下VAR系统是否满足5.6的要求。

### 6.8.6 执裁过程记录与输出

按6.1.4检验，判定水下VAR系统是否满足5.7的要求。

### 6.8.7 事件记录

按6.1.4检验，导入抢跳、触壁违规等视频，查看系统是否能对疑似犯规事件进行分类、存储及导出，并查看系统导出的视频封装格式是否满足5.8的要求。

## 6.9 试验报告

试验报告应至少包括以下内容：

- a) 试验室的名称、地址、试验地点；
- b) 报告的唯一性识别（如：序列编号）；
- c) 报告应连续编码并记录页码及总页数；
- d) 委托人的名称和地址；
- e) 试验项目的描述和判定；
- f) 试验开始日期和试验完成日期；
- g) 试验依据及判定依据；
- h) 有关抽样程序的说明；
- i) 与标准规定不一致的任何偏离（包括客户的附加要求或豁免条款, 以及其它任何有关的专门试验的情况）；
- j) 试验报告授权签字人的签名，以及签发的日期；
- k) 该试验结果仅适用于所测试产品的声明；
- l) 试验后测试样品任何重大损坏的详细信息；
- m) 声明该试验结果仅适用于所测试的产品。

## 7 使用说明

产品应随附使用说明书，至少包含以下内容：

- a) 水下 VAR 系统组成及各设备功能说明；
- b) 安装步骤（含设备接线示意图、防护措施）；

- c) 操作指南（如打点、回放、放大功能使用）；
- d) 日常维护要求（如相机清洁、服务器散热检查）；
- e) 安全警示（如水下设备禁止拆解、数据加密密钥管理）；
- f) 制造商信息（名称、地址、服务电话）。

## 8 标志

系统主要设备（如水下相机、服务器）应在明显位置设置永久性标识，内容包括：

- a) 产品型号、序列号；
- b) 制造商名称及商标；
- c) 防护等级（如 IP68）；
- d) 执行标准编号；
- e) 安全警示（如“水下专用”“禁止拆解”等）。

## 9 包装、运输与贮存

### 9.1 包装

设备应采用定制型航空箱包装，箱内填充缓冲材料，包装外标识“防潮”“轻放”“向上”等图示。

### 9.2 运输

运输过程中避免淋雨、暴晒、剧烈振动，不应与腐蚀性物品混装。

### 9.3 贮存

设备应存放在具有防风、防潮、防雨和防晒的库房内，并按照说明书要求存放，不应与腐蚀性物品一起贮存。

## 10 定期检验

水下 VAR 系统应定期进行检验，检验项目、周期、试验方法按表2要求执行。

表 2 水下 VAR 系统定期检查要求

序号	检验项目	周期	试验方法
1	4.2 视频信号处理要求	12个月/500 h运行时间	按第6章对应方法
2	4.3 系统运行与管理要求	12个月/500 h运行时间	按第6章对应方法
3	4.1.4 外壳防护要求	24个月/1000 h运行时间	按6.5检验
4	标志、外观与安全状态	6个月/200 h运行时间	目视检查