GPC 节点质押与服务网络白皮书

基于 GPC Wallet 与现有服务节点网络的技术经济机制

技术白皮书

GPC Wallet 2.0.194

GPC LiveKit Node 1.13.4-gpc.22

版本 1.2

2026 年 9 月 6 日

BSC 主网资金结算 应用服务节点 可审计日结

重要说明

文档结论 本白皮书说明当前已经部署的 GPC 服务节点质押体系。该体系以 GPC Wallet 为用户入口，以现有音视频、消息、静态媒体和房间控制节点为服务网络，以 BNB Smart Chain 上的 GPC 质押合约和收益路由合约处理本金与收益。服务节点不是区块链共识验证者，也不构成已经上线的 GPC Chain。

当前状态以签名生产运行时、主网部署清单和链上读取结果为准。规则说明来自合约、App 服务层、节点控制面与运维包。规划材料仅用于标示后续演进方向。

项目	本版本口径
适用对象	节点运营者 委托用户 生态合作方 安全与财务审阅者
资金网络	BNB Smart Chain 主网 Chain ID 56
服务网络	GPC LiveKit Node 1.13.4-gpc.22 原生 Linux amd64 节点
App 入口	GPC Wallet 2.0.194 节点质押与收益页面
状态时点	功能基线 98dd8c32a581 链上区块 120131023
收益性质	来自已进入奖励金库的 GPC 资金 不承诺固定金额或固定年化

法律与风险提示

- 本白皮书不是投资建议、收益保证、证券发行文件、法律意见或独立审计报告。参与者应自行评估合约、网络、运营、市场、税务和监管风险。
- 节点奖励取决于实际进入奖励池的 GPC、节点技术资格、有效质押、在线率、奖励活跃数据和当日合格节点情况。奖励可以为零。
- 委托不等于保本理财。智能合约漏洞、私钥丢失、链上拥堵、代币价格波动、治理升级及服务中断均可能造成损失或延迟。
- 本仓库的自动化测试已经通过，但测试不能替代独立第三方审计。扩大资金规模前应完成合约、密钥、会计和控制面证据链的专项审计。
- 主网状态会持续变化。地址、代码哈希和参数应通过签名运行时与链上读取再次核验。

内容概览

一 执行摘要

GPC 节点质押把可验证的服务质量、真实业务活动和链上资金会计连接起来。节点运营者提供实时音视频、消息网格、静态媒体和房间控制能力，并以至少 1,000,000 GPC 的有效自质押承担经济约束。用户可以向已达标节点委托 GPC，在节点公开的用户分成规则下参与节点收益。

平台确认可分账的净 GPC 收入通过固定比例收益路由进入体系。每批收入的 30%发送到运营钱包，70%进入节点奖励金库。专项奖励和罚没资金直接进入奖励金库，不再重复抽取运营份额。质押合约本身不铸造 GPC，日结预算受奖励金库实际可用余额约束。

跨节点日结首先判断节点是否合格，然后将默认日预算按两类权重分配。基础设施权重占 80%，由有效总质押与在线率决定；奖励活跃权重占 20%，由去重后的奖励活跃钱包数与在线率决定。活跃规则必须先完成十四个完整 UTC 日的影子观测。没有合格活跃权重时，该 20%回到基础设施份额。

核心机制	当前规则
运营者门槛	有效自质押至少 1,000,000 GPC
用户最低委托	单节点委托总额至少 10,000 GPC
冷却与解押	质押先冷却 24 小时 解押后立即停权并冻结 24 小时
用户分成	运营者公开设置 10% 至 90% 延迟到后续完整日结周期生效
收入路由	平台净 GPC 收入按 30%运营与 70%节点奖励固定分账
日结时间	按 UTC 日结 默认日切后 10 分钟封存活动证据
奖励权重	影子期后默认 80%质押在线与 20%奖励活跃在线
领取方式	运营者与用户由原钱包自行领取 管理员不能指定代领

二 项目定位与当前状态

服务节点的定位

当前节点网络承载 GPC App 的高频实时数据面，而不是区块共识。节点运行固定版本 LiveKit Server、TURN、消息 sidecar、静态媒体服务和房间控制 sidecar。音视频媒体采用 DTLS 和 SRTP；消息由设备签名后进入节点网格；主服务负责身份授权、签名业务事实、节点目录、健康观测和链上日结编排。gpc.22 在成员连接代次变化后要求媒体令牌等待签名快照达到客户端请求的最小版本，避免旧代次令牌在下一次策略心跳被移除；App 同时取消重复加入调用，从而消除 Android 端反复出现“连接会议”的问题。

这一边界让高带宽媒体和消息流量留在服务节点层，资金本金和收益状态留在 BSC 合约层。节点故障不改变链上本金归属；链上结算也不把音视频或消息正文写入区块链。

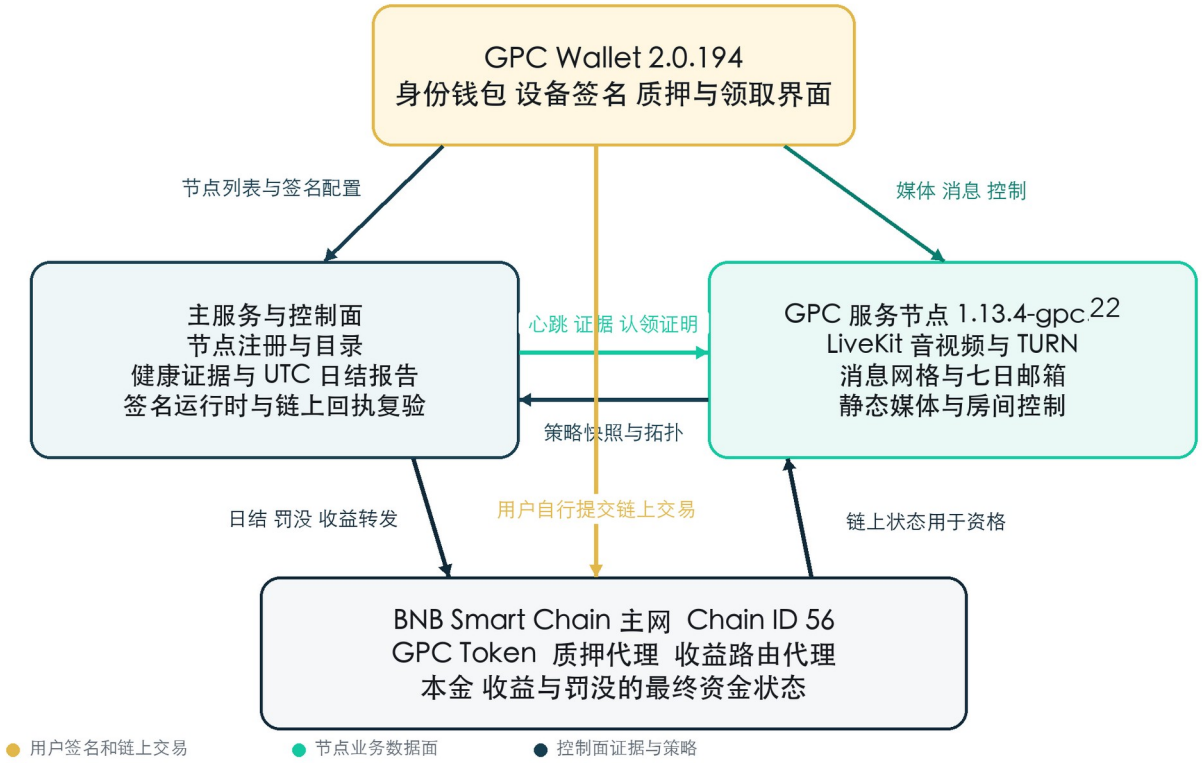
当前已经启用的组成

组成	状态	职责
GPC Wallet 2.0.194	已交付	节点认领 自质押 委托 解押 提取 分成设置 收益领取
GPC 服务节点 gpc.22	已发布	直播 会议 TURN 消息网格 静态媒体 房间控制 健康上报
质押代理	主网启用	本金 委托 日结 领取 罚没 会计分账
收益路由代理	主网启用	净 GPC 平台收入固定分为运营份额与节点奖励份额
节点控制面	生产逻辑	注册 目录 证据采集 活动归属 日结报告 罚没编排
独立 GPC Chain	未纳入当前体系	属于后续单独项目 当前节点不是其验证者

产品与节点的连接

GPC Wallet 以身份钱包作为账号和链上交易主体。App 中的直播、会议、消息、群和公众号详情、静态媒体上传等能力会使用选定服务节点。用户手动选节点时，选择记录按身份钱包保存在服务端；没有手动选择时，App 可在可用节点中按负载、参与人数、消息连接数和实测延迟进行自动选择。

三 系统架构



图一 GPC App 服务节点 控制面与 BSC 合约的边界

四层结构

层级	主要组件	不可替代的职责
用户与密钥层	身份钱包 设备密钥 交易确认界面	签署设备请求 自主提交质押交易 保管用户资产控制权
服务节点层	LiveKit TURN 消息 媒体 控制 sidecar	承载实时业务 生成经签名或可复验的服务证据
控制与结算层	节点目录 健康监控 活动证据 自动结算	按规则生成不可追溯修改的每日报告并提交链上
链上资金层	GPC Token 质押代理 收益路由代理	保管本金与奖励 限制权限 记录最终可领取余额

数据边界

- 链上保存节点哈希、运营者和节点钱包、质押仓位、分成比例、日结预算、证据哈希、领取余额与罚没结果。

- 控制面保存节点原始观测、小时聚合、每日统计、活动证据、排除原因、报告正文和交易哈希。
- 节点本地保存节点私钥、房间控制状态和消息邮箱。节点私钥不进入 App 或主 API。
- 音视频、消息正文和静态媒体文件不写入质押合约。链上证据哈希用于承诺报告内容，而不是公开全部用户行为。

四 参与角色与信任边界

角色	权限与责任	主要约束
节点运营者	安装节点 保管节点钱包 认领 自质押 设置用户分成 日常运维	必须达到自质押与技术门槛 违规可罚没自质押
委托用户	选择已达标节点 委托 GPC 取消委托 提取本金和领取收益	不能用委托替代运营者自质押门槛 自行支付 BNB Gas
节点钱包	证明服务器对稳定节点身份的控制	私钥仅在节点服务器 一个钱包不能重复认领
身份钱包	认领运营主体 发起自质押与用户委托等交易	交易前由 App 显示金额 合约 网络与 Gas
认证签名者	对短期节点认领凭证签名	凭证绑定链 合约 节点 运营者 分成 nonce 与截止时间
结算执行账户	提交 UTC 每日报告 转发收益路由	不能超过可用预算 必须按节点快照完整结算
罚没报告账户	根据事故与证据哈希提交罚没	单事故与单日均有合约上限 不罚没用户委托
合约 owner	暂停 角色轮换 所有权迁移 UUPS 升级	当前仍是关键治理信任点 应逐步迁移到多签和延时治理

认领凭证

节点服务器先用本机节点钱包证明归属并生成一次性认领码。认领票据只在 Redis 中保存哈希键，十分钟失效且只能兑换一次。App 提交运营者选择的用户分成后，服务端签发最长五分钟有效的 EIP 191 凭证。合约验证凭证后，才把节点哈希和节点钱包绑定到运营者身份钱包。

凭证覆盖 chainId、代理合约地址、节点 ID 哈希、节点钱包、运营者、用户分成、nonce 和 deadline。任何字段变化都会使签名失效，降低跨链、跨合约和重放认领风险。

五 节点生命周期

图二 节点从安装到日结和迁移的生命周期

首次成为有效节点

1. 运营者在 Ubuntu 或 Debian linux amd64 服务器运行官网提供的一键安装脚本。安装器 2026.09.06.3 固定下载 gpc.22 节点包，校验 SHA-256 并拒绝异常归档路径；节点钱包在本机随机生成并以 0600 权限保存。
2. 节点完成注册、托管域名与 TLS、LiveKit、消息、目录、控制和静态媒体健康检查，进入 READY。
3. 运营者在服务器生成一次性二维码，在 App 内设置 10%至 90%的用户分成并提交认领交易。
4. 运营者自质押至少 1,000,000 GPC。该笔质押先冷却 24 小时，并从之后的完整 UTC 日结周期开始计权。
5. 节点从连续技术合格时点重新计时，连续达标 24 小时后获得技术验证资格。链上有效自质押和技术资格必须同时满足。
6. 控制面按完整 UTC 日计算在线率和证据覆盖。合格节点进入日结报告，随后才可接受用户委托并获得奖励。

服务器迁移

节点经济身份由稳定节点 ID 和节点钱包确定，不绑定物理服务器。正常迁移必须先排空旧机，等 activeRooms 为零，再由新机使用原节点钱包签名和 replaceExisting 标志接管。接管后质押、委托和已结算收益不变，旧机令牌失效，新机重新等待 24 小时技术验证，迁移所在 UTC 日不参与收益。

六 质押与委托机制

核心参数

参数	当前值	实现含义
运营者最低有效自质押	1,000,000 GPC	正好达到门槛即合格 用户委托不计入该门槛
用户最低委托	10,000 GPC	同一用户在单节点的委托余额不得处于零与门槛之间
质押冷却	24 小时后进入后续完整 UTC 日	避免临近日切的临时质押追溯参与已结束周期
解押冻结	24 小时	申请时立即停止计权 到期后由原钱包自行提取
用户分成	10%至 90%	作用于节点内部共享池 变更同样延迟生效
领取批次	每次 1 至 64 个节点	同一钱包可合并领取运营者与委托收益
日结报告批次	合约上限 64 自动化默认 48	支持节点数增长并限制单笔 Gas

状态转换

自质押和委托分别记录 active、pending、unbonding 与时间字段。pending 资金已经进入合约本金，但在指定 activationEpoch 前不参与收益。申请解押会先从 pending 和 active 中扣除，再进入 unbonding。冻结到期后，合约把本金发送回发起钱包。

如果运营者有效自质押因解押或罚没低于 1,000,000 GPC，节点不再获得后续收益，也不再接受新委托。已有用户委托本金和已经结算的收益仍属于原钱包。

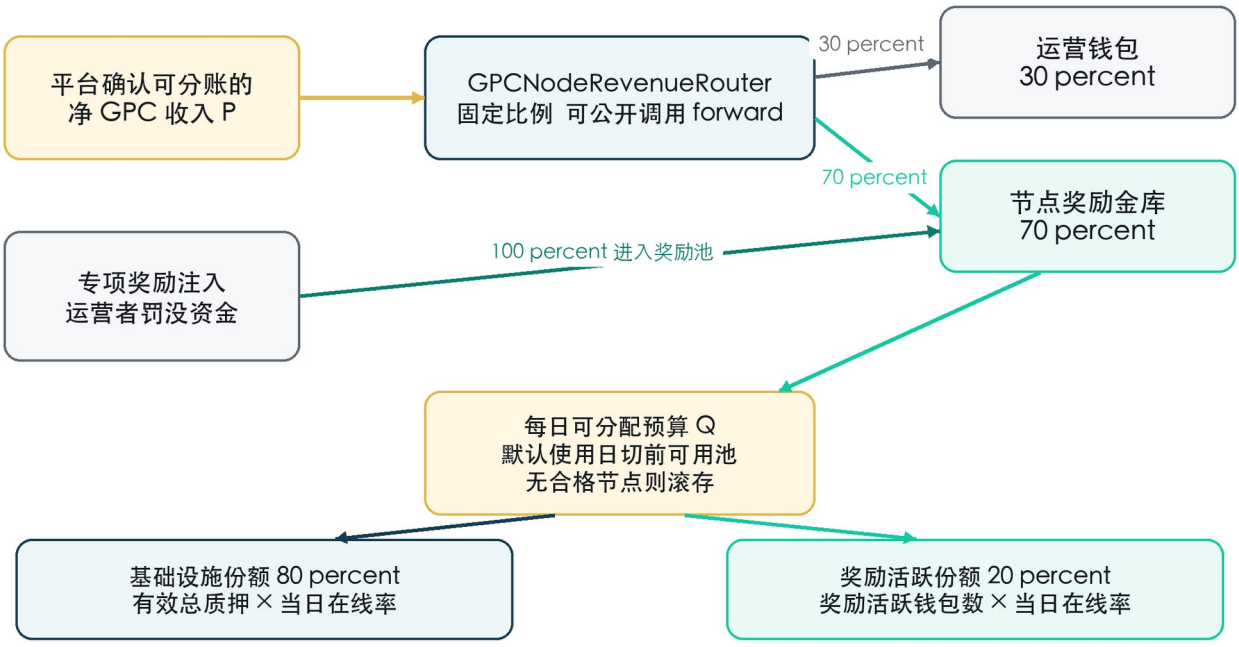
日切一致性

UTC 日切后，如果前一完整日尚未上链结算，合约暂时拒绝认领、质押、委托、解押和分成修改等会改变质押快照的操作。领取和已到期本金提取不受影响。beginEpoch 还要求节点数量与 stakingStateNonce 同时匹配，编制报告期间只要快照发生变化，整轮就会重新生成。

授权与 Gas

App 对 GPC 质押使用精确额度授权，不默认请求无限授权。认领、自质押、委托、解押、提取和领取都由交易发起钱包自行支付 BNB Gas。App 在提交前展示网络、合约、金额和估算 Gas；链上回执失败时不会把操作显示为成功。

七 收入来源与奖励分配



图三 平台净收入进入节点奖励的资金路径

收入路由

收益路由只能接收已经完成业务负债分账的净 GPC 平台收入。用户本金、创作者或主播应得款、待退款款、税费及其他负债不得先进入路由。纯 GPC 收费出口可以直接指向路由；可能收到 BNB 或其他代币的多资产出口必须先在财务结算器中确认归属和兑换，再发送净 GPC。

$$Operations = floor(0.30 \times PlatformNetRevenue)$$

$$NodeRewardVault = PlatformNetRevenue - Operations$$

收益路由中的 30%与 70%是合约常量，常规管理接口不能修改。任何人都可调用 forward，但资金目的地与比例由代理实现确定。只有经过显式代理升级，代码常量才可能变化。

日预算

默认 GPC_NODE_DAILY_REWARD_BPS 为 10000，且没有每日上限时，系统把 UTC 日切前已经进入质押金库的全部可分配奖励余额作为当日预算。这里的余额已经是净收入经 30%与 70%分账后的节点部分，不再二次乘以 70%。当天没有合格节点时预算设为零并滚存。补结多天时，可用池按待补天数均分后逐日结算。

跨节点权重

$$InfrastructureWeight = TotalEffectiveStake \times Uptime$$

$$ActivityWeight = RewardActiveWallets \times Uptime$$

$$NodeReward = 0.80 \times DailyBudget \times InfrastructureShare + 0.20 \times DailyBudget \times ActivityShare$$

影子期结束后，InfrastructureShare 是节点基础设施权重占全部合格节点同类权重的比例，ActivityShare 是节点奖励活跃权重占全部合格节点同类权重的比例。若没有任何合格节点产生奖励活跃权重，20%的活跃预算自动并回基础设施预算。

节点内部收益

$$UserReward = NodeReward \times UserDelegation \div TotalEffectiveStake \times DelegatorShare$$

$$OperatorReward = NodeReward - TotalUserRewards$$

节点公开的用户分成 S 不是把节点全部奖励直接按 S 与 1−S 切成两份。合约先形成 S 对应的共享池，再按运营者有效自质押和用户有效委托的相对权重分配。运营者同时获得自质押对应的共享池份额，并保留共享池之外的部分。

八 奖励演算示例

下面的 1,000,000 GPC 日预算只用于解释算法，不代表真实日收入、未来收益或承诺回报。假设三个节点均通过当天资格检查，活跃权重已经结束影子期。

节点	有效总质押	在线率	奖励活跃钱包	基础设施权重	活跃权重
A	2,000,000	99%	100	1,980,000	99
B	3,000,000	98%	50	2,940,000	49
C	1,000,000	100%	150	1,000,000	150
合计	6,000,000		300	5,920,000	298

节点	基础设施份额结果	奖励活跃份额结果	节点总奖励
A	267,567.57 GPC	66,442.95 GPC	334,010.52 GPC
B	397,297.30 GPC	32,885.91 GPC	430,183.21 GPC
C	135,135.13 GPC	100,671.14 GPC	235,806.27 GPC
合计	800,000.00 GPC	200,000.00 GPC	1,000,000.00 GPC

节点 A 的内部拆分

节点 A 的 2,000,000 GPC 有效质押由运营者和用户各 1,000,000 GPC 组成，用户分成 70%。委托用户合计获得 35%（116,903.68 GPC），运营者获得 65%（217,106.84 GPC）；其中委托 100,000 GPC 的用户约得 11,690.37 GPC。金额按最小单位取整、余数按权重归集；内部精度 1e27，领取受余额与负债约束。

九 健康度与惩罚机制

默认技术基线

检查项	默认门槛	说明
CPU	4 核	控制面按心跳快照评估
内存	8 GiB	生产可临时调整 采购仍应按默认基线
总存储	100 GiB	另要求至少 10 GiB 可用空间
实测下载	100 Mbps	最近 24 小时内的真实 HTTPS 测速
实测上传	100 Mbps	忙碌节点延后测速 不以网卡标称速率代替
服务状态	全部通过	READY TLS 控制 目录 消息提交 静态上传
连续验证	24 小时	首次达标或换机后重新计算
日观测覆盖	至少 95%	计划维护与全局故障计入覆盖但从在线率分母排除

观测和在线率

控制面默认每 30 秒采集一次证据，最大允许观测间隔为 120 秒，并保留小时聚合。App 展示当前状态、连续合格时长以及 24 小时、7 天和 30 天在线率。每日在线率按合格秒数除以可计入在线率分母的秒数计算；覆盖率按合格观测与排除观测之和占全天秒数计算。

默认无收益与罚没规则

事件	经济结果	保护边界
单次连续掉线达到 30 分钟	具备 10,000 GPC 罚没资格	必须使用唯一事故 ID 与非零证据哈希
当日累计不合格达到 30 分钟	当日无收益	不追溯已完成周期
当日配置不合格累计达到 5 分钟	当日无收益	硬件 网络或必要服务条件失败
当日发生 3 次可用性中断	当日无收益	防止频繁短时抖动规避连续掉线阈值
单个事故	最多罚没 10,000 GPC	合约硬上限
单节点单日	最多罚没 30,000 GPC	合约硬上限

事件	经济结果	保护边界
罚没对象	只扣运营者自质押	不扣用户委托 罚没额进入后续奖励池

维护与平台级故障

已登记维护窗口和达到阈值的平台级全局故障不计为节点掉线。默认只有在至少三个节点受监控且 80%节点同时出现指定全局故障时，控制面才将其识别为全局事件。这一排除规则减少控制面或共同依赖故障对单个节点的误罚，但同时需要对维护登记和全局故障判定保留审计记录。

十 奖励活跃与反作弊

奖励活跃不是登录次数、打开 App、心跳或连接数。系统按 UTC 日和身份钱包全网去重，同一身份钱包一天最多计一个奖励活跃用户。规则版本必须先运行十四个完整 UTC 日的影子观测，第十五日起才能影响 20%的活跃份额。

证据类型	达到条件	当前边界
真实在场	至少 3 次设备签名在场证明 首末间隔不少于 10 分钟	节点确认真实房间参与
有效业务写入	至少 3 次成功且不可重放的设备签名写操作 首末间隔不少于 5 分钟	消息 直播或会议评论与白板等已验证状态变化
已确认付费动作	至少 1 次由主服务或链上回执确认的付费业务	失败 取消 查询 重复请求和客户端自报哈希不计入

证据完整性

- 设备证据包含原始签名、时间戳、随机 nonce 和请求体摘要，并由主服务使用登记设备公钥复验。只带节点令牌或节点 HMAC 的统计不能进入奖励证据。
- 节点或运营者钱包、黑名单钱包、重放 nonce、结算截止后的迟到证据会被排除。UTC 日结束后默认保留十分钟宽限期，封存后不再改写。
- 身份设备必须在该 UTC 日开始前已经有效。被风控标记的异常增长、同设备批量身份或同网络批量行为可以保留为业务统计，但在复核前不计入奖励活跃数。
- 手动选择用户归属其永久节点。自动选择用户在当天首次满足奖励活跃门槛时锁定到实际承载该组有效证据的节点，直到当天结束。

尚未消除的身份风险

钱包地址不等于真人身份。当前机制通过设备历史、全网去重、不可重放证据、节点自有钱包排除和版本化风控提高攻击成本，但无法在协议层证明每个钱包对应一个自然人。活跃权重因此只占默认日预算的 20%，且任何新阈值都应先经过影子观测和异常复核。

十一 App 交互与用户保护

节点质押与收益页面

用户任务	App 行为	链上或服务端校验
认领节点	扫码或输入 8 至 16 位短码 设置初始用户分成	验证短期凭证与当前身份 链 合约 节点一致
运营者自质押	输入 GPC 数量 先授权再质押	只允许节点运营者 金额进入 pending
用户委托	从可委托节点选择并输入金额	节点需技术合格 自质押达标且最近报告有效
调整分成	运营者输入 10 至 90 的整数百分比	延迟到后续完整日结周期
申请解押	显示立即停止收益和 24 小时冻结	链上移出 active 或 pending 并记录 withdrawAt
提取本金	冻结期到达后显示可提取	只能原仓位钱包调用
领取收益	汇总运营者与委托待领取额	每笔最多 64 个节点 管理员不能代领

可信运行时

App 不把实现合约地址硬编码为操作终点。它从签名运行时解析启用的代理地址、接口和代理 code hash，核对 BSC Chain ID 56、质押合约关联的 GPC Token、最低委托额和其他常量。合约地址或字节码与可信运行时不一致时，App 和自动化服务拒绝继续。

节点选择

未做永久选择时，App 可以在 READY、未排空、控制可用、静态上传可用且容量充足的节点中自动选择。启用质押强制路由后，节点还必须具备 stakingEligible。用户手动选择后，服务端按身份钱包锁定首次选择；重复选择同一节点幂等，改选其他节点返回 NODE_SELECTION_LOCKED。

可见状态

节点列表展示区域、在线状态、活动房间、参与人数、消息连接、24 小时与 7 天及 30 天在线率、业务活跃、奖励活跃、连续合格时长、自质押、总有效质押、用户分成、可委托状态与待领取收益。App 缓存可能造成短暂延迟，链上交易确认后可下拉刷新。

十二 合约与会计不变量

合约结构

合约	代理模式	核心能力
GPCNodeStaking	ERC 1967 UUPS	节点认领 自质押 委托 冷却 解押 日结 领取 罚没
GPCNodeRevenueRouter	ERC 1967 UUPS	平台净 GPC 收入固定 30%与 70%分账并同步奖励余额
GPCNodeStakingProxy	最小代理	保存实现槽并把调用委托给实现 代理地址作为稳定入口

资金分账

质押合约分别记录 totalPrincipal、availableRewards 和 reservedRewards。totalPrincipal 覆盖运营者与用户本金；availableRewards 是尚未分配的奖励；reservedRewards 是已经纳入日结或记为可领取但尚未实际转出的奖励。accountingState 还显示合约代币余额与三类账面金额的差额。

$$TokenBalance \geq Principal + AvailableRewards + ReservedRewards$$

syncRewards 只把超过已记账本金与奖励负债的余额计入 availableRewards。转入和转出均检查合约前后余额的精确变化，因此不支持带转账税或非精确到账行为。质押合约没有 mint 权限，不能凭空创造奖励。

日结原子性

- beginEpoch 只接受 lastFinalizedEpoch 的下一天，且该天必须已经结束。
- 报告哈希、预算、节点数量快照和 stakingStateNonce 在开始日结时一次性锁定。
- 每个节点在同一 epoch 只能处理一次，奖励总额不能超过预算；有奖励的节点必须合格且自质押达标。
- 只有处理节点数等于快照节点数时才能 finalizeEpoch。未使用预算回到 availableRewards。
- owner 只能在一个节点都未处理时中止该轮日结，避免部分结算后回滚会计。

用户收益累计

委托收益使用每质押单位累计奖励 accDelegatorRewardPerStake 计算，精度为 1e27。用户交互时合约先结算历史累计，再更新 rewardDebt。这样无需每日遍历每个委托人，仍能让已生效委托按所在节点的有效份额获得收益。

十三 安全治理与剩余风险

已实现的安全控制

风险面	当前控制
错误合约或假 RPC	签名运行时约束 chainId 代理地址 接口与代理 code hash App 读取时复核 GPC 关联
认领重放	一次性码哈希 短时有效 EIP 191 凭证绑定完整上下文与 nonce
质押快照竞态	日切操作门 节点数快照 stakingStateNonce 变化后整轮重试
奖励超发	预算不得超过 availableRewards 分批累计不得超过 epoch budget 合约无 mint
重复罚没	唯一 incidentId 单事故与单日上限 evidenceHash 只扣运营者自质押
节点密钥外泄	本地生成与 0600 权限 主服务只保存地址和可撤销节点令牌
软件供应链	固定版本 SHA 256 校验 空闲升级 失败自动回滚
平台级故障误罚	维护窗口与满足阈值的全局故障从在线率分母排除

关键治理权限

质押代理 owner 可以暂停、轮换认证签名者、结算账户和罚没账户、迁移所有权并升级实现。收益路由 owner 可以暂停、轮换运营钱包、迁移所有权并升级实现。30%与 70%比例没有常规 setter，但升级后的实现可以改变逻辑。当前结算与罚没共用一个执行账户，API 进程通过 nonce 串行锁减少并发冲突。

建议的治理升级

7. 把两个代理的 owner 迁移到公开多签，并为升级设置时间锁和可验证的变更公告。
8. 将结算与罚没角色拆分到独立硬件或 KMS 身份，建立跨进程统一签名与 nonce 队列。
9. 对质押合约、收益路由、活动证据链、罚没流程和运营密钥进行独立审计，并公开审计版本与修复记录。
10. 发布每日可下载的规范化报告正文或可验证数据承诺，使第三方能从 evidenceHash 和 reportHash 复算日结。
11. 建立参数变更审批、提前公告、历史版本保留和不可追溯修改制度。

剩余风险

风险	可能影响	参与者应关注
可升级合约与权限集中	规则或实现可被治理变更	owner 角色 升级交易 代码哈希 暂停状态
链下健康与活动判断	错误数据可能影响资格或奖励	证据覆盖 报告哈希 排除原因 争议流程
GPC 市场风险	本金和收益的法币价值波动	不要把 GPC 数量等同于稳定收益
BSC 依赖	Gas 上升 拥堵 重组或 RPC 故障造成延迟	保留 BNB Gas 使用可信 RPC 等待确认
当前节点数量少	地域与故障容错有限	节点扩展 流量分布 全局故障判定样本
节点钱包丢失	普通迁移无法恢复节点身份	加密备份 受控迁移 独立恢复和审计流程
收入不足	节点奖励可能很低或为零	奖励池余额 实际净收入 日预算和合格节点数

十四 节点运维与连续性

推荐服务器与端口

节点面向带 systemd 的 Ubuntu 或 Debian linux amd64。推荐至少 4 核 CPU、8 GiB 内存、100 GiB 存储、10 GiB 可用空间和上下行各 100 Mbps。公网安全组需要开放 17880 TCP、17881 TCP、17882 UDP、17883 UDP、17884 TCP 以及 18000 至 18100 UDP。17879 是内部信令端口，不应对公网开放。

运行组件

组件	作用	连续性设计
LiveKit 与 TURN	直播与会议实时音视频 UDP 和 TCP TLS 中继回退	DTLS SRTP 真实中转测试 UDP 缓冲调优
消息 sidecar	设备签名消息 节点间路由与七日复制邮箱	主服务中断后已建立网格继续转发 离线推送异步
控制 sidecar	准入 麦克风与共享授权 评论和白板	媒体令牌最小快照版本校验 重连状态防回退
静态媒体服务	签名上传与本地资源服务	纳入 READY 独立健康检查 不写入区块链
Caddy 与 systemd	TLS 入口和进程管理	固定版本 自动启动 日志和健康命令

升级与恢复

- 升级前先 drain，确认 activeRooms 和在线参与者为零。升级器无法确认占用或检测到活动参与者时会拒绝继续。
- 官网一键安装脚本固定下载 gpc.22 发布包并校验 SHA-256，安装后再次核对版本；手动升级也必须校验发布包和 SHA256SUMS。升级保留节点钱包、注册、端口、Caddy、systemd 和业务配置。
- 旧文件保存在 /var/lib/gpc-livekit/upgrade-backups。新版本健康检查失败时自动恢复并重启旧版本。
- 节点钱包文件 /var/lib/gpc-livekit/node-wallet-key 必须加密备份且保持 0600。不得写入日志、聊天或工单。
- 换机必须通过排空、原节点钱包签名和 replaceExisting 流程，不能由 API 管理员直接改绑。

常用运维观测

运营者可使用 gpc-livekit-node status、health、logs、version、id、address、drain、resume 与 restart。status 在控制面不可达时会明确显示心跳代理缓存的旧状态，避免把注册时状态误认为实时状态。

十五 路线图

当前优先级是把现有服务节点质押从单节点启动状态推进到可审计、可扩容、可争议处理的成熟网络。任何路线图条目只有在代码、审计、部署和运行时同时发布后才视为已交付。

阶段	目标	完成标准
阶段一 已部署	App 节点页面 BSC 质押与收益路由 首个节点认领和自质押	主网代理启用 代码哈希发布 基本流程可读写
阶段二 运行验证	完成冷却与技术验证 连续日结 小额收入路由 领取与解押演练	报告和证据可复算 会计差额为零 故障恢复演练通过
阶段三 多节点扩展	增加地域和运营主体 验证负载选择 消息复制与全局故障识别	节点故障不影响既有资金 自动路由和日结在规模下稳定
阶段四 治理强化	多签与时间锁 角色拆分 独立审计 公开参数变更	关键权限不依赖单一执行身份 审计修复闭环
阶段五 协议演进	评估与未来 GPC Chain 的迁移或桥接边界	单独设计 单独审计 不把现有服务节点误称为共识验证者

与未来 GPC Chain 的边界

仓库中的 GPC Chain 文档仍是独立建设计划，涉及 Besu QBFT、XGPC、桥、Gas 赞助、多链 App 和业务合约迁移。当前 GPC 服务节点不运行该共识，不参与出块，也不应据此获得共识验证者称号。未来如迁移节点经济模型，应明确处理 BSC GPC 与原生 XGPC、质押本金、历史收益、证据格式和治理权限，不能仅替换 chainId 或合约地址。

十六 主网状态快照

以下读数来自 BSC 区块 120131023，区块时间 2026 年 9 月 5 日 15 时 01 分 40 秒 UTC。它只反映该区块状态，不代表阅读时状态。

项目	区块读数	解释
GPC Token	总供应量 999,984,984.5 GPC	链上 totalSupply 读数 不等于最大供应量声明
质押代理	启用且未暂停	地址 0xaFEF63883BE5A7db0Ba33BeB6eA514ad1204FAFC
收益路由代理	启用且未暂停	地址 0x894fAe73FDDc4538957B2aF14712035CC34D7777
登记节点数	1	链上 nodeCount
质押本金	1,000,000 GPC	全部为运营者 pending 自质押
有效自质押	0 GPC	pending 计划在 epoch 20703 生效
用户委托	0 GPC	节点当时不接受委托
技术资格	false	链上尚无节点日结报告
用户分成	70%	首个登记节点公开比例
可分配奖励	0 GPC	availableRewards
已预留奖励	0 GPC	reservedRewards
会计差额	0 GPC	tokenBalance 与本金 奖励账面一致

状态判断

该快照说明主网合约和首个节点认领流程已经实际运行，但网络仍处于启动阶段。首个 1,000,000 GPC 自质押尚在冷却期，节点没有有效自质押、链上技术报告、用户委托或奖励余额。因此不能根据该快照推导历史收益率或未来年化。

附录一 主网地址

对象	地址	用途
GPC Token	0xD3c304697f63B279cd314F92c19cDBE5E5b1631A	GPC ERC 20 18 decimals
质押代理	0xaFEF63883BE5A7db0Ba33BeB6eA514ad1204FAFC	App 与 API 的稳定操作入口
质押实现	0x0bE6c51B87ec257C4501951b5F13943B7d5bcEFb	2026 年 9 月 5 日升级后的实现
收益路由代理	0x894fAe73FDDc4538957B2aF14712035CC34D7777	平台净 GPC 收入入口
收益路由实现	0x4024c51b6DD5a854Cf62ABA5D20d88D86b84AEAC	固定 30%与 70%分账实现
owner 与运营钱包	0x0572812B08BC5d4Ed7868D724C7565a96B5E8164	升级 角色轮换 暂停与运营份额接收
认证签名者	0x47171FA7eB6f06D9cAC89b7dFA9B23d0c3877814	节点认领凭证签名
结算与罚没账户	0x7Bd9c06067D3eF6e2CA0Cff70a8bbd32f3Eb7403	日结 收益转发与有证据罚没

区块浏览器

质押代理 在 BscScan 查看质押代理

收益路由代理 在 BscScan 查看收益路由代理

GPC Token 在 BscScan 查看 GPC Token

部署代码哈希

对象	代码哈希
两个代理运行时代码	0xae4fef829e34b2c0c84de1dc607b432866a7db401e9b17a0694980d2d5db2cb2
质押实现	0x6292ccf929845a4a8c7131f2bea820a602434c80b420fed0919aabf296cda95e
收益路由实现	0x6ef60f5c7f947025285fcd43295d827045681816c0eb7ff278e3a396912d0321

附录二 验证与资料来源

实现基线

资料	用于验证的内容
contracts/GPCNodeStaking.sol	质押 收益路由 代理 权限 会计 罚没与日结硬约束
src/services/nodeStakingService.ts	App 链上读取 可信运行时核验 精确授权和交易流程
src/screens/NodeStakingScreen.tsx	节点质押页面展示与用户操作范围
src/services/mediaNodeService.ts	节点可选条件 自动选择与身份钱包永久选择
new-api/service/gpc_node_health.go	硬件 网络 服务健康 观测覆盖与故障排除
new-api/service/gpc_node_activity.go	奖励活跃证据 去重 归属 风控与十四日影子期
new-api/service/gpc_node_staking_automation.go	收入转发 日预算 报告哈希 80%与 20%分配和补结
官网 /node-install/ install-gpc-node.sh	节点 gpc.22 的校验安装 升级 迁移与安全边界
deployments/gpc-node-staking-bsc-mainnet.json	主网代理 实现 角色 交易和代码哈希
deploy/production/contract-runtime.json	生产启用状态 配置版本 42 与最低 App 版本 2.0.194

验证结果

- 本版节点与会议功能实现基线为 98dd8c32a581dc5ece1f3f5c8fe24c6460fa0454，提交时间为 2026 年 9 月 6 日 20 时 55 分 43 秒中国标准时间。
- npm run test:gpc-node-staking:contracts 已通过，覆盖代理部署、节点认领、自质押冷却与生效、委托冷却、日结、委托解押与提取、罚没和收益路由。
- go test ./service -run GPCNode -count=1 已通过，覆盖节点健康、活动证据与自动日结相关服务测试。
- BSC 主网在区块 120131023 成功读取两个代理、角色、常量、节点状态与会计状态。
- 这些结果证明当前代码路径和该区块链上状态可被读取与执行，但不构成第三方安全审计或未来运行保证。

附录三 术语表

术语	含义
服务节点	承载音视频 消息 静态媒体和房间控制的 GPC 应用基础设施 不是区块共识验证者
运营者自质押	节点运营者用身份钱包为自己认领的节点锁定 GPC
用户委托	非运营者钱包把 GPC 委托到一个合格节点 不转移节点控制权
有效质押	已经完成冷却并进入日结周期的 active 自质押或委托
节点奖励金库	GPCNodeStaking 代理中扣除本金与已预留负债后的可分配奖励账
奖励活跃钱包	满足版本化业务证据 身份历史和风控条件的 UTC 日去重身份钱包
epoch	按 block.timestamp 除以一天得到的 UTC 日编号
reportHash	对链 日 节点快照 预算 权重与节点奖励等规范化报告内容的 Keccak 256 承诺
evidenceHash	对单节点当日健康 活动与排除数据的规范化证据承诺
UUPS	实现合约授权升级的代理模式 用户与 App 始终调用稳定代理地址
pending	已经锁入合约但尚未进入有效计权周期的质押
unbonding	已经停止计权但仍处于 24 小时冻结期的待提取本金

结语

GPC 节点质押的核心是把服务质量和真实使用纳入可验证的资金分配，同时保留用户自行授权、解押、提取和领取的链上权利。当前系统已经完成主网合约、App 入口和首个节点的启动验证，但仍需通过多节点运行、公开证据、权限分散和独立审计建立长期可信度。