内部研究成果的独立文献审查

Non-Archimedean Bedford–Taylor theory

新颖性、已有结果与待定优先性

截止日期：2026 年 11 月 16 日
审查对象：R v2.6；B v0.1；已恢复历史成果；Round 13 / v32

本报告由与两篇文章写作任务分离的文献审查代理编写。它比较内部命题与可核验的原始论文，保留原假设、原测试层、背景正性和完成空间。它不对数学正确性作认证，也不把内部独立模型审查称为外部同行评议。

主要判断。 本研究的潜在独立贡献集中在正则化的输入桥、任意原始背景下的曲率代表无关性、相对能量的具体实现，以及实际解析关系下降的特殊情形。连续势的若干基本 BT 性质、形式度量的测度识别、相对容量与非极乘积的概念、常数一能量估计和实 supercurrent 的径向质量单调性都有明确先例。

附件：74 组当前结果的逐项比较矩阵；原始文献清单；版本、检索和证据深度记录。

结论中的“可能新扩展”表示现有原始文献尚未覆盖所列完整范围，不表示已确认优先权或已验明证明。

目录

1 审查结论 2

2 范围、方法与判断等级 3

3 正则化与有界产品：最需要精确写出的差额 4

4 normal-envelope 附录：独立价值与基础风险 5

5 曲率商、连续系数与实际解析关系 6

6 相对容量、无界与能量：贡献应落在实现条件上 6

7 源方程与变分：必须区分方程和投影 7

8 Round 13：真实进展、已有工具与剩余中心问题 8

9 对成熟论文与 program 的具体建议 9

10 逐项结论与附件使用 10

A 74 组结果与最近文献的对应矩阵 10

原始文献与核验定位 15

1 审查结论

最值得形成清楚贡献陈述的是四个问题，而不是 BT 基本性质的总数。

第一，R 将*原始 CLD 分布正性*与固定普通邻域上的光滑半正逼近联系起来。其有限连续、有限 p-adic 原域与 quasi-projective 范围必须写进主定理。CLD 2012 的 Remarque 5.6.4 明确提出过相应正则化问题；CLD 2025 改用一个递减闭包定义的 psh 类，不能据新定义直接认定 R 的输入桥已经消失。Wu 2026 的 one-step smooth/PL 比较也要按其定义域阅读。[1, 2, 3]

第二，B 将 locally bounded *classical* psh 类与同一原域、同一普通邻域上的递减 rational semipositive PL 逼近相连。这里的 classical 意味着在所有完全等距扩域后拉回每条解析曲线均为次调和。GR 的定义与 PL 正性定理、Wu 的局部 PL 定义类以及 B 的输入类是必须逐项对照的三个对象。B 的候选新意在这些类之间的桥及共同邻域量词，不在给已有 PL 势重新命名。[4, 7, 3]

第三，对所有允许的原始正闭背景 S，由

$$d'd''[u] = d'd''[v] \quad \Longrightarrow \quad d'd''(uS) = d'd''(vS)$$

建立曲率而非势表示上的作用，是本批成果中最明确、最容易向读者解释的候选扩展。CLD 2025 的 §8.6.1–8.6.2 正好区分这一问题与递归产品存在性。内部结果若成立，不能仅被埋在“多线性”的说明中。[2]

第四，B 的 normal-model envelope 附录具有独立分量。它主张对混合特征 normal model 建立与 ideals、exponents 无关的垂直修正次可加性，并据此取得不预设 resolution 的 ample envelope 连续性与正交性。FGK 的一般连续障碍结果仍列出 resolution 前提，BMP 的直接无修正次可加性要求 regular。该附录应以独立主定理和完整依赖链接受审查。[9, 10]

以上四项均属于**可能新扩展**，不是已认证的新定理。尤其第四项会承担 B 正则化及其后全部有界理论的一部分基础负荷。本报告没有找到可据以直接否定它们的已发表反例，也没有逐行复证其长证明；这两句话不能互相替代。

1.1 哪些内容应明确归于已有理论

在相同的 continuous/approachable 输入类中，任意正闭背景上的递归、正性、对称性和局部一致加权连续已有原始文献依据。CLD 2025 的 Lemma 8.5.5、Propositions 8.7.2、8.7.4 是关键定位；BGJK Theorem 4.1.2 在 toric Lagerberg 情形甚至允许移动背景。不能用“任意背景”四个字把这些已有连续子情形重计为新成果。[2, 8]

当前登记条目 R05 是复合条目。附录对它的“已有精确结果”仅指上述连续 psh 乘积与稳定核心；其中 current-positive 输入桥另见 R01，曲率独立性另见 M03。分类计数只是各登记条目的主比较类型，不是互不重叠的原子定理数，更不是原创定理数量。

相对容量、相对非极乘积、有限能量和变分方法也有精确的复几何或抽象先例。Dabbek–Elkhadhra 处理任意复正闭背景的容量，Vu 处理相对非极乘积，Cegrell 的 first-energy 混合估计在 $p = 1$ 已有常数 1。因此内部的独立价值在非阿基米德原始背景、测试、边界与字面 Borel 实现，不在概念名称。[17, 18, 19, 16]

Round 13 的 r^2 单调性同样应引用 Lagerberg Proposition 3.4。其可能新接口是：完整受保护 ordinary 逆像允许把任意原始 S 转置成合法的实 supercurrent，并保留 middle positivity 和分别闭性。单调性推导本身不是新的 Lelong 理论。[22]

1.2 2026 年的新文献改变了哪些表述

Wu 2026、Botero–Mazzon–Pille-Schneider 2026 和 Amini–Piquerez–Wu 2026 必须进入投稿稿件的文献比较。后两篇已发展多面体/热带 BT、能量与正交性，并给出相应源方程失败的结果或例子。内部的“任意小光滑正源扰动仍不相容”可能有更强、更具体的原始背景量词；但不能泛称首次发现 tropical Monge–Ampère 不满射。[3, 24, 25]

2 范围、方法与判断等级

2.1 固定的比较单位

本报告采用当前成果登记表中的 74 个条目编号 R01–O08。它们保留了内部“已完成”“指定模型内完成”“反例”和“开放”的原状态。该登记表与旧审计文件 C01–C19 的编号体系不同；附件 JSON 同时保留当前原始 statement、scope 与 source hash，避免编号混淆。

共同范围为固定有限扩域 $K/\mathbf{Q}_p$ 及其原绝对值；good、Hausdorff、boundaryless、quasi-smooth 原始解析空间；ordinary opens/germs；全部原始紧支 smooth CLD complementary tests 及实际有限 refinements。背景 S 对称、middle-positive，且分别满足 $d'S = d''S = 0$，记 $q = n - p$。每个结果仍保留比此更窄的代数性、模型性、边界或域假设。

对于能量结果，本报告区分 actual classical psh 函数、相对外容量等价的 Borel/strong E^1 完成，以及 $q = 1$ faithful part-energy 的 renormalized 解。对于微分结果，区分原始 CLD 测试、GJR weakly smooth 测试及 GK/Mihatsch 的 δ-测试。不同对象之间需要已证比较映射；术语相似不构成等价。

2.2 六种分类

分类	本报告的含义
已有精确结果	已核验原始文献在相同输入类与相应背景上已经给出该部分结论。必须扣除，不重新计新颖性。
直接推论	在明确接受某些基础输入后，结论主要由标准递归、投影、完成或连续延拓推出。可有使用价值，但不宜夸大原创范围。
非平凡组合或新证明	方法或实现具有内容，结果形态有既有来源；贡献应表述为新证明、接口或统一实现。
可能新扩展	已核验原始文献未覆盖内部命题的完整假设和量词；该范围有可识别差额。仍须审查证明并继续排重。
未定优先性	有具体候选贡献或反例，但当前原文覆盖不足以判断是否首次。既不判为已有，也不认证新颖。
开放猜想	内部尚未闭合的目标或条件；本报告没有用文献自动关闭它。此分类不是“全球无人解决”的证明。

2.3 实际采用的文献核验

本轮先按要求尝试一次 Parallel deep research。服务返回 “402: Insufficient credit in account”，没有研究结果或可追踪 response ID。没有重复发起收费重试。随后改用 arXiv、作

者站点和出版者的原始论文；对网页工具无法打开的 PDF，直接取得原文并提取文本核对。外部综述或自动生成的二手摘要不作为定理依据。

核验优先比较：定义中已含的正则化与真正证明的正则化；top degree 与 all degrees；[1]、δ 背景、W_{loc} 与任意原始 S；固定邻域与随序列缩小的邻域；固定与移动背景；逐点/classical 代表与容量完成；等特征零与混合特征。引用页码始终说明是期刊印刷页还是指定 arXiv 版本。

有两个公开覆盖缺口须保留。Wu/APW 引用的 *Mixed differential calculus and Monge-Ampère equations on tropical varieties* 被列为 2026 preprint，但本轮未定位到可核验全文。Zaway 的 relative Cegrell classes 只核验了出版者摘要与元数据。因此相关优先性不作确定结论。[26, 20]

历史档案恢复并不等于文献新颖性，更不等于证明正确性。R21 原始完整 ZIP/PDF 的“NOT_RECOVERED” 资格保留；哈希只记录所用字节。对相邻稿件的措辞核对也不替代每个依赖命题的数学复核。

3 正则化与有界产品：最需要精确写出的差额

3.1 CLD 2012 与 2025 必须分版阅读

CLD 2012 的 psh 分布定义与 psh-approachable 定义并列存在。R 要证明的，是在其原域及几何范围中连接这两个定义。CLD 2025 的 psh 则从 smooth 半正函数出发取满足递减闭包的最小层，另有 continuous psh 和一阶段 approachable 的区分。故不能以相同的 “psh” 缩写遮蔽输入改变。[1, 2]

R 的主定理应完整写为：有限连续 u、原始分布 $D[u] \geq 0$、存在固定 ordinary 邻域上的 smooth semipositive 局部一致逼近，并说明再缩小一次后的递减选择。它不涵盖任意 usc 势。其 regular-model envelope 与 projective curve criterion 必须保留 regular-model 前提；B 的 normal-model 论证应另外引用。

3.2 Wu 的结果如何与 B 相接

Wu Theorem 4.2 的局部 MA 针对其定义类：每点附近存在一固定邻域上的 tropical-convex PL 递减逼近。它构造的是 top-degree 正测度及相应 PL-row 加权连续。Remark 4.6 专门提醒，一般递减族的定义邻域未必可统一。Appendix A 的 one-step smooth 类比较也保留这个层级差别。[3]

因此 B 应把自己的三个增量拆开：classical 曲线输入到固定邻域 PL 的桥；同一普通解析域上的所有次数 coefficient-Radon 识别；general bounded classical columns 的加权联合递减极限。若第一项已证，后两项可以包含相当多的标准 BT 论证；但“每个函数有逼近”本身不能合法交换两个不连续极限。共同 collar 的选择与三角对角化必须在主证明中可定位。

GR Theorem 4.3 的等价只针对 **R**-PL 函数。GK Theorem 6.10 讨论 PL 度量的 semipositivity、functorial psh 和曲线检验；其中 “functorial” 是实质前提。这两处都不能被改述成所有有界 classical 函数已可正则化。[4, 7]

3.3 零阶性与 Borel 权重不是独立的首次发现

正流的系数测度和 Borel 乘法在 CLD 的原始框架已有基础。B 的可比较价值在于：对其递归得到的每个 mixed current，在实际解析域上识别 coefficient measures，并让给定 Borel 代表的加权极限对全部原始测试成立。只在某个 tropical chart 的 top degree 算出测度不足以替代这个识别步骤。[1, 2, 6]

M01 的任意固定 S 有界 BT 七项性质，应据此表述为扩大输入与背景后得到的一套演算。它不包括无条件地同时令不连续势和任意 S_j 移动。已有连续局部一致理论的移动背景结果，与内部 bounded decreasing fixed-S 定理是两种不同的连续性。

4 normal-envelope 附录：独立价值与基础风险

B05 的关键主张为：在 normal integral projective flat 混合特征模型上，选择有效垂直 Δ_0 使 $K_{\mathcal{X}}+\Delta_0$ Cartier，存在一个在所有 ideals 与有理指数之前固定的 C，满足

$$\pi^{C}\tau(\mathcal{X},\Delta_0,\mathfrak{a}^{s}\mathfrak{b}^{t})\subset\tau(\mathcal{X},\Delta_0,\mathfrak{a}^{s})\tau(\mathcal{X},\Delta_0,\mathfrak{b}^{t}).$$

在 smooth projective generic fibre 和 ample L 上，B 再由此得到任意 continuous obstacle 的 envelope 连续性、semipositive 逼近与正交性。

FGK Theorem 5.1 在 carrying an ample extension 的 regular model 上处理 model obstacle；Theorem 7.1 对任意连续障碍另假设 projective-model resolution。BMP Theorem 8.41(h) 的直接次可加性是 regular、无边界因子的情形。B 声称越过的是这些具体条件，不是重新发现 test ideals 的次可加原理。[9, 10]

奇异环需要 correction term，以及利用 Noether normalization/differents 控制奇异性的思路，有等特征文献来源。Smolkin 的 Theorem A 及其前述 Jacobian 修正公式就是邻近先例。现有核验不足以把 B 的 mixed-characteristic fixed vertical correction 判为直接推论，也不足以认证其优先性。[11]

建议作为独立基础审查的五个可核查节点。

1. B 的 mixed root-multiplier 描述是否精确等同于 BMP Definitions 8.2、8.13 的稳定 pair/mixed ideals；尤其必须区分“生成元的根之乘积”和“一般和式的根”。
2. 对非 Cohen–Macaulay normal ring，局部对偶、canonical module 的嵌入以及 annihilator 方向是否全部成立。
3. BCM algebra 经 regular Noether normalization 的 flat factorization，是否以同一充分大的代数同时实现三个稳定 test ideals。
4. 有限投影的 generic étale loci 是否覆盖所需整个 generic fibre；局部 differents 的修正能否以一个 π^{C} 全局统一，且 C 不依赖后选 ideals/exponents。
5. weighted base ideals、固定 ample twist、移除辅助线及 degree 归一化能否把误差保持为真正的 $O(1/m)$，并在同一已识别线丛上推出 envelope 与 orthogonality。

这些是*审查节点*，不是本报告宣告发现的证明错误。若任一节点需要追加假设，必须把影响沿 B01、B03、M01 及后续依赖完整传播。内部新稿以“采纳冻结基础输入”引用它是可以理解的，但对外稿件应提供读者实际可审阅的完整伴随证明。

5 曲率商、连续系数与实际解析关系

5.1 曲率独立性应与一般 BT 构造分开

内部 M03 先从 locally bounded classical 差的零曲率，推出该实际函数为连续 pluriharmonic，再证明其对所有固定 S 的作用消失。这个结论的量词强于“所有本文构造出的背景都属于某个好子类”。其定位是解决一个代表独立性问题，不是重新证明递归定义。

M04–M05 进一步把连续标量系数的实际 degree-one current 关系传到每个允许的背景。这可能是有价值的第二层扩展。证明中的局部系数冻结和原始 order 控制须明确；一般变量系数输出不自动分别闭。由既有正 multilinear estimate 取得的 M07 固定 Q 序完成，则应作为结构性推论解释。

5.2 δ-forms 的内在代数与所有原始背景作用是不同问题

GK 和 Mihatsch 已建立丰富的 δ-form 微分、乘积、pullback 和交叉理论；GJR 则提供 weakly smooth forms。它们并不仅因存在一个扩大后的测试空间，就赋予每个原始分布流唯一的正闭延拓。原始测试上的零关系也不能在没有证明的情况下被视为对所有扩大测试仍为零。[6, 23, 5]

因此 G01 的 degree-one all-S action、G02 的 W_{loc} 范围和 G07–G08 的低剩余秩二次下降应各自陈述。W_{loc} 的弱闭包结论不证明 W_{loc} 已等于所有允许背景。连续系数模的表示无关性也不等于任意二次或高次 cancellation 的表示无关性。

低秩结果中，剩余秩条件作用于固定有限标量*完整联合元组*。不能把每一项分别秩小，替换为联合元组秩小。固定正控制 Q 在随后选择 S、测试和 refinement 之前确定，也是新颖性比较必须保存的条件。

6 相对容量、无界与能量：贡献应落在实现条件上

6.1 相对容量与非极乘积已有直接祖型

Dabbek–Elkhadhra Definition 2.1 及 Theorems 2.5、3.2 是比只引用 Bedford–Taylor 或 BEGZ 更近的相对容量来源。Vu Definition 3.3、Theorem 3.7 是任意正闭背景相对非极乘积及闭性的直接复理论先例。内部 C01、U01–U04 应据此解释为在原始 NA 分布背景下的扩展与实现。[17, 18, 14]

内部无界理论的限制具有数学内容。局部质量有限性、compact-sublevel 边界、no-loss 条件和可积性必须出现在定理中。例如相应边界类中的尾条件

$$t^q C_S(\{u < -t\}) \longrightarrow 0$$

控制的是极性损失；正幂能量的容量预算涉及 $q+\sigma-1$。这些预算不能被“有限能量”一句话统一替代。端点加权稳定需要一致尾可积或对应强拓扑，能量有界与容量收敛的组合本身不足。

Zaway 已研究相对正闭 current 的 Cegrell 类。由于本轮只取得摘要，不能声称其所有指数、边界、常数均覆盖内部定理；同样也不能在未读全文前宣称内部相对 E^σ 概念首次出现。[20]

6.2 第一能量完成的准确价值

E01 的常数一估计与 Cegrell Theorem 3.2 的 $p = 1$ 比较，是稿件需要主动完成的归属。内部实际增量可能在 strict Laurent box 上全局 Green 公式、闭盒普通邻域延拓背景、临界加权连续，以及相对 outer-capacity Borel 完成的 faithful realization。[19]

BFJ 的全局射影有限能量理论和 BJ 的抽象能量框架已提供强拓扑与完成的方法来源。因此 E02–E03 应说明哪些步骤只是抽象能量代数，哪些步骤把 abstract limit 重新识别为原解析空间上的 Borel 对象与原始 currents。只有后者被妥善完成，才得到内部所需的字面性。[12, 16]

完成空间不自动拥有 ambient classical 代表，也不自动具有普通逐点零边界。这不是措辞上的保守，而是整个后续源问题的函数空间选择。把三个空间混写，会同时夸大正确性和新颖性。

6.3 容量反例必须保留量词

N01–N04 的反例有清楚的纠错价值。本轮未完成所有相对容量反例文献的排重，故将其优先性列为未定。若内部证明确实控制全部原始 normalized classical testers，而非仅 toric 子类，则应在文章中强调这项完整性。

至少应分别保留：raw capacity 与 outer capacity 不同；一般 relative outer capacity 不满足 strong subadditivity；relative extremal total mass 不能无条件识别为 capacity；rooftop 的常数一不等式失败，而 $q = 1$ 的常数二尖锐性允许背景 S 变化。最后一项不能改写成固定任意 S 的最佳常数结论；它也不否定混合第一能量估计的常数一。

ambient [1] 中有资格的极性和 Choquet 结果，与任意相对背景中上述失败可以同时成立。反例不应被误记成整个环境势论仍未完成。

7 源方程与变分：必须区分方程和投影

7.1 非线性源像不是一般变分法的自动后果

BBGZ 在其复几何函数空间中把能量最大化与 MA 方程联系起来；BJ 的抽象理论明确使用 orthogonality。内部相对锥中的变分投影，首先得到 Euler 不等式及 normal residual。把 residual 消掉才是源方程，不能借用不同空间的结论略过这一步。[15, 16]

Q03 的单个几何 probe 判据是值得突出的一项候选贡献：它把所有原始测试的字面源缺陷压缩到一个精确判据。但如果该判据通过已经构造的变分投影或 residual 定义，它尚未成为一个完全独立、可在求解之前检查的数据条件。O05 的研究任务仍然存在。

APW Theorem 11.4 假设存在一个 codimension-two face，其 star 满足该文条件 (G)，从而取得无解正概率测度；BMPS Example 6.23 也显示 orthogonality 可失败。二者不是内部 all-S 源反例的自动复制，却足以排除“热带 MA 无解现象首次出现”的广泛表述。[25, 24]

N06 若证明了在固定的实际非阿基米德几何范围中，靠近一个合格源的任意小正光滑扰动仍可不相容，差额应落实到背景、域、数据光滑性、扰动范数与允许解类五个量词。能量像 norm-closed 也不自动提供 weak-star closedness 或 convexity。

7.2 $q = 1$ 的优先性尤其需要抽象 Dirichlet form 比较

这里 $q = 1$ 指剩余次数 $n - p = 1$，并非环境维数必为一。Klimsiak–Rozkosz 已对 regular transient Dirichlet forms，在 strong sector condition 下研究 bounded signed smooth measures 的 renormalized solutions；线性 $f = 0$ 属于其存在唯一框架。[21]

内部 Q05–Q06 的新意可能是构造 faithful part-energy form，并把其解、容量、coarea、clipping/radiation boundary 识别为原始 CLD 意义的对象。为判断是否只是抽象定理的应用，须验证 form 的 closability、regularity、transience，内部 energy-diffuse 与 smooth-measure 类的关系，以及边界定义的对应。本轮没有完成这些接口的全部排重，所以列为*未定优先性*。

这不否认内部线性分支的完成状态。它只说明：不能仅以“所有 signed diffuse 数据都有解”作为一个全新一般存在定理对外宣传。相反，准确建立上述接口本身就可以是有价值的非阿基米德分析结果。

8 Round 13：真实进展、已有工具与剩余中心问题

8.1 去心作用与中心标量应分开登记

Round 13 在指定的 smooth normal-three 模型芽和固定有限连续 closed-cell PL/PS 二次表示中得到

$$\mathcal{A}_S(P)|_{U\setminus\{y\}} = 0.$$

coefficient-Radon 性与分别闭性再排除低于顶次的点支撑余项。顶次唯一可能余项为

$$\mathcal{A}_S(P) = c_S(P)\delta_y.$$

对任意允许原始 degree-one 背景证明 $c_S(P) = 0$，内部仍为开放。bounded BT 背景的已知消失子类不能重新包装成任意 S 的证明。

marked curve 的完整权重、Picard 行完成后再选 faithful separator、联合 Hessian/Stokes，以及整个完成后 core fibre 的 ordinary product，是该特殊模型论证的具体技术内容。它们与既有 δ-calculus 的关系，需要在每个接口上证明，不能只引用一般 tropical intersection 代替。

8.2 临界迹质量的已知部分与新接口

受保护 moment 域提供

$$\langle T_S, \eta\rangle = \langle S, t_F^*\eta\rangle$$

的合法性：整个逆像紧，测试确实属于原始层，不先截断 S，所以不会凭空引入闭性边界项。这里转置后的 bidimension 为二。Lagerberg 的既有径向 Stokes 公式给出

$$\frac{\mu(B_r)}{r^2} \text{ 单调不减}, \qquad \mu(B_r) = O(r^2), \qquad \nu = \lim_{r\downarrow 0}\frac{\mu(B_r)}{r^2}.$$

贡献陈述应明确区分“验证原始背景落入适用范围”和“重新推导适用公式”。[22]

临界率允许 $\nu > 0$。归一化 tangent 不必唯一，不必 polyhedral，也未证明来自 actual δ 背景。$O(r^2)$ 不能替代去中心所需的 $o(r^2)$。

8.3 leading jets 与角向残差的优先性仍未确定

内部 first-jet 缩减消去高阶贡献，并把中心系数表达为 tangent 对分片一阶配对的作用；球面矩阵表达又把剩余问题变成角向残差。它们是可能有技术独立性的具体公式。本轮未找到同量词原文先例，但也未完成足以确认首次的 current/tangent 文献排重。

实 fan 的 Killing 粘合障碍与临界平面例子，可以否定某种一般去点捷径；它们未实现为满足原假设的 actual analytic zero。原域 Gauss 点上的 MA 原子同样只能诊断“稠密低秩点自动排除中心质量”等错误推理。上述反例不能被用来宣布主 conjecture 为假，也不能被忽略而宣称中心项已解决。

9 对成熟论文与 program 的具体建议

9.1 成熟论文的贡献组织

成熟论文可以以“任意固定原始背景下的 bounded classical calculus，及其曲率商与相对能量实现”为主线。引言宜依次区分：已有连续 BT；所采纳的 R/B 正则化桥；曲率代表独立；连续系数关系与序完成；指定域上的强能量与字面源判据。每一层注明真正新增的输入或输出，读者才能判断其独立价值。

R/B 的基础地位应可审查。R 的连续正则化与 B 的 normal-envelope 不应仅用内部编号隐去。若成熟稿选择条件性地采纳这些伴随结果，应在主定理前以精确命题给出，并提供完整证明源。本文不建议将目前所有几何下降与所有相对 PDE 分支都并入一个无分层的“完整 BT 理论已建立”声明。

投稿价值主要依赖实质差额而非成果数量。若 R/B 的四个核心桥都经独立数学复核，研究具有清楚的基础扩展意义；若某个桥需要收窄，仍可保留适当输入类下的模块、反例与特殊模型定理。哪些结论需要改为条件性，必须按依赖传播决定，不能靠新颖性分类代替证明审查。

9.2 program 中应明确标为开放的八条线

1. 一般 all-degree actual analytic relations 对任意原始 S 的下降；W_{loc} 的已知子类不足以关闭它。
2. KC12/NC12 及指定 full-polar 漂移消失或适当受控原函数；连续 smooth-form 双原函数的过强版本已有障碍。
3. 修正后的相对外容量 Borel 内正则性；不能恢复已被反例否定的 universal raw=outer 或 strong subadditivity。
4. literal ED-bounded 数据对强完成的强 L^1 积分连续性；已有 source/capacity domination 子类不等于全体。
5. 可独立验证的非线性源相容性条件；现有 $\Xi = 0$ 等价判据是起点，非自动求解所有正数据。
6. variable PS、CTO 与扩张测试的接口；普通 current 零关系不得直接当作 GK 零关系。
7. normal-three 中实际联合中心消去，即一般 $c_S(P) = 0$；保留已证去心结论与特殊消失子类。
8. 域、边界和 actual classical 代表的扩展；不得把强完成边界改述为普通逐点边界。

这些目标的 program 应说明每项的可判定中间命题、已有反例排除的范围，以及成功时具体扩大哪个定理。对“待证”与“已证”最有效的分界，是保留公式中的量词和函数空间。

10 逐项结论与附件使用

附录矩阵覆盖 74 个当前登记条目；同一条目的内部完成状态与本报告的新颖性分类是两个独立字段。机器可读 JSON 还保留原 statement、scope、原始 source paths/hashes、文献键及剩余核验事项。CSV 用于筛选比较，不提供数学正确性评分。

本轮没有把检索未命中当作“世界首次”的证据。分类为未定优先性的条目，尤其包括若干具体模型、反例与 tangent 公式，仍有可能成为独立成果。分类为已有或直接推论的部分，也应保留在文章中承担基础、兼容性或应用作用，只需准确归属。

A 74 组结果与最近文献的对应矩阵

编号与模块	判断	决定性边界及原始文献
R01 连续 current-positive 函数的固定邻域正则化	可能新扩展	关键增量是原始分布正性到一固定普通邻域 smooth 正则化的桥；不能把 CLD25 的定义闭包当成该桥。 [1, 2, 3, 4, 7, 13]
R02 接触刚性与曲线检测	未定优先性	接触刚性先于上势高次产品，以及原域单条完全交曲线检测，可能是新证明机制。 [12, 13, 9]
R03 原域 complete-intersection 曲线逼近	未定优先性	接触刚性先于上势高次产品，以及原域单条完全交曲线检测，可能是新证明机制。 [12, 13, 9]
R04 regular-model envelope 与曲线判据	非平凡组合或新证明	regular-model envelope 的主要结构已有；特定 ample-extension 处理、显式误差和新证明须单列。 [9, 10, 13]
R05 连续势与可变正闭背景	已有精确结果（仅连续 psh 乘积/稳定核心）	在相同 approachable/连续 psh 输入下，任意正闭背景递归、正性、对称和局部一致加权移动背景连续已有精确先例。 [2, 8]
R06 指定 Yuan–Zhang 局部混合测度正性	直接推论	在指定 adelic measure 的既有定义与识别之后，正性是 R 正则化和连续产品的应用。 [28, 1, 6]
B01 局部有界 classical 类的递减 PL 正则化	可能新扩展	全部 locally bounded classical 势到原域固定普通邻域 rational semipositive PL 递减逼近，比已核验 PL 定义类的比较更强。 [3, 4, 7, 9, 10]
B02 全次数混合流与真实 Borel 权重	可能新扩展	Wu 已覆盖其 PL 逼近类的 top-degree MA；候选增量在所有次数和全部原始测试的 coefficient-Radon/Borel 识别。 [3, 2, 6]

编号与模块	判断	决定性边界及原始文献
B03 有界 classical 势的联合递减连续性	可能新扩展	general bounded classical columns 的共同邻域与加权联合递减，是比 PL-row 或局部一致连续性更精细的量词。 [3, 12, 2]
B04 étale 相容性与度数公式	直接推论	对已指定势元组的 étale 相容与度数公式，主要是既有局部性、递归和投影公式的后果。 [4, 6, 2]
B05 混合特征固定修正与 normal envelope	可能新扩展	normal mixed-characteristic model 上与 ideals/exponents 无关的垂直修正，若证明成立，会移除 FGK 一般 envelope 的 resolution 前提。 [9, 10, 11]
M01 任意固定允许 S 的有界 BT 七项性质	可能新扩展	标准 BT 性质本身已有；候选扩展是 bounded classical、任意固定原始 middle-positive S、全部原始测试三者同时保留。 [2, 3, 8, 12]
M02 CLN、系数 Radon 与局部 Green 控制	非平凡组合或新证明	零阶性、迹控制与 CLN 是既有方法；内部价值在有限实际测试、普通域与退化细化的统一常数实现。 [1, 2, 22]
M03 曲率核与势表示无关性	可能新扩展	CLD25 §8.6.1 明确保留一般背景的非光滑曲率代表独立问题；内部 bounded classical 核定理直接触及该缺口。 [2, 4]
M04 有代表曲率的序传递	可能新扩展	实际 degree-one current 关系经连续系数冻结后传递到所有固定 S，范围可能超出既有 δ-form 自身代数。 [2, 6, 7]
M05 连续标量系数曲率模的混合乘积	可能新扩展	实际 degree-one current 关系经连续系数冻结后传递到所有固定 S，范围可能超出既有 δ-form 自身代数。 [2, 6, 7]
M06 既有 PS current 模的内禀微分	未定优先性	PS 系数作用于已经给定的原始流，需与既有 δ/weakly-smooth 微分形式的商构造逐个接口比较。 [6, 23, 5]
M07 固定 Q 的序完成	直接推论	已得正 multilinear action 和固定 Q 序估计后，faithful 完成与连续延拓主要是泛函分析后果。 [16]
C01 相对拟连续性与容量完成	可能新扩展	相对容量与局部有界拟连续性有精确复理论先例；新范围只能是原始 NA 任意 S 的 Borel 实现。 [17, 18, 12]
C02 环境 [1] 的极性/Choquet 理论	可能新扩展	ambient [1] 的完整局部 polar/outer-null/negligible 等价，需区别于 CLD25 有条件 polar 不充电结论。 [2, 8, 12]
C03 极集限制、比较与相对支配	非平凡组合或新证明	极集限制、compact-gap comparison 和 relative domination 是经典方法的 NA 实现与组合。 [17, 18]
C04 closed parameter bands 与条件流	未定优先性	closed parameter bands 与有限 Hausdorff 饱和集的全 tester 正则性，是具体模型结论。 [17, 18]
C05 有限 Hausdorff 饱和集的内正则性	未定优先性	closed parameter bands 与有限 Hausdorff 饱和集的全 tester 正则性，是具体模型结论。 [17, 18]
U01 相对非极 mixed products	可能新扩展	非极截断构造与局部有限后闭性已有复先例；候选增量是原始 NA 背景下系数测度与明确 no-loss 尾判据。 [14, 18]
U02 边界 no-loss 的容量尾判据	可能新扩展	非极截断构造与局部有限后闭性已有复先例；候选增量是原始 NA 背景下系数测度与明确 no-loss 尾判据。 [14, 18]
U03 全部正幂 E^σ 类	可能新扩展	E^σ、相对 unbounded MA 和 first-order energy 已有经典框架；候选贡献为全部正 σ 的 NA 指数预算与全次数实现。 [19, 14, 18, 20]

编号与模块	判断	决定性边界及原始文献
U04 混合递归、first-order 与指数预算	可能新扩展	E^σ、相对 unbounded MA 和 first-order energy 已有经典框架；候选贡献为全部正 σ 的 NA 指数预算与全次数实现。 [19, 14, 18, 20]
U05 level carriers 与非光滑链式法则	非平凡组合或新证明	level-carrier、截断与非光滑链式法则有丰富经典先例；NA 系数流实现可作为非平凡组合。 [18, 21]
E01 全局 Green 与常数一混合能量不等式	非平凡组合或新证明	常数一的 first-energy mixed inequality 在 Cegrell98 Thm3.2 的 p=1 已有；内部贡献是 strict Laurent box 与任意 S 的全局 Green 实现。 [19, 17, 16]
E02 强第一能量完成	可能新扩展	强有限能量几何已有；相对 outer-capacity Borel faithful realization 和原始测试识别可能构成新范围。 [12, 16, 18]
E03 强拓扑的容量刻画	可能新扩展	强有限能量几何已有；相对 outer-capacity Borel faithful realization 和原始测试识别可能构成新范围。 [12, 16, 18]
E04 rooftop、Perron 与障碍	非平凡组合或新证明	Perron/rooftop/obstacle 方法已有；相对锥中的 literal constraints 保持是特定实现。 [15, 16, 24, 25]
Q01 能量差 Banach 空间和源像闭性	非平凡组合或新证明	Banach 差空间、变分投影与 normal-cone 分解有抽象凸分析来源；源像 norm-closed 与 NA 字面数据识别需单独说明。 [16, 15, 24]
Q02 唯一变分投影与 normal residual	非平凡组合或新证明	Banach 差空间、变分投影与 normal-cone 分解有抽象凸分析来源；源像 norm-closed 与 NA 字面数据识别需单独说明。 [16, 15, 24]
Q03 单个几何 probe 的精确相容性判据	可能新扩展	单个几何 probe 检出全部原始测试源缺陷，是具体可辨认的候选新判据。 [15, 16, 25]
Q04 已受控 literal 数据	非平凡组合或新证明	source/capacity domination 给强积分连续性是标准控制思路在指定 NA 完成中的实现。 [14, 18, 16]
Q05 q=1 有限 signed diffuse Dirichlet	未定优先性	一般 transient regular Dirichlet form 已有 bounded signed smooth data 的 renormalized 存在唯一；内部新意可能在 faithful part form 与原始 CLD 方程的识别。 [21]
Q06 signed 数据稳定性与障碍接触	未定优先性	一般 transient regular Dirichlet form 已有 bounded signed smooth data 的 renormalized 存在唯一；内部新意可能在 faithful part form 与原始 CLD 方程的识别。 [21]
Q07 parameter L^(k+1) 模块与径向源反演	未定优先性	参数 L^(k+1)、径向反演与小界面源图是指定模型的详细结果。 [21, 25, 24]
Q08 非径向小界面与源图	未定优先性	参数 L^(k+1)、径向反演与小界面源图是指定模型的详细结果。 [21, 25, 24]
G01 degree-one actual-delta 作用	可能新扩展	degree-one actual δ current 的所有原始 S 作用，比 δ-form 自身乘积多一个分布背景兼容接口。 [6, 7, 23, 2]
G02 W_loc 背景的高次作用	非平凡组合或新证明	在实际 δ 背景的普通弱闭包及 bounded BT tails 下推广，是既有闭包稳定性和内部有界演算的组合。 [2, 6, 23]
G03 full-polar normal current	未定优先性	full-polar normal-current、whole-carrier cap 和受控 full-exact 逼近的精确接口可能新，但未在现有论文中发现可直接同一化的定理。 [6, 23, 5]

编号与模块	判断	决定性边界及原始文献
G04 连续 harmonic、unit logs 与给定势作用	非平凡组合或新证明	harmonic/pluriharmonic 与局部线性结构已有；有限 p-adic 原域 unit-log 识别及给定势作用是需明确范围的组合。 [4, 2]
G05 full-carrier CLN 与 cap 证书	未定优先性	full-polar normal-current、whole-carrier cap 和受控 full-exact 逼近的精确接口可能新，但未在现有论文中发现可直接同一化的定理。 [6, 23, 5]
G06 受控 full-exact 逼近准则	未定优先性	full-polar normal-current、whole-carrier cap 和受控 full-exact 逼近的精确接口可能新，但未在现有论文中发现可直接同一化的定理。 [6, 23, 5]
G07 剩余秩至多二的 ordinary 二次下降	可能新扩展	固定完整标量元组剩余秩≤2时的 ordinary 二次实际关系下降，针对的是既有 δ 代数未自动覆盖的 all-S 接口。 [6, 23, 2]
G08 低剩余维的规范二次商	可能新扩展	固定完整标量元组剩余秩≤2时的 ordinary 二次实际关系下降，针对的是既有 δ 代数未自动覆盖的 all-S 接口。 [6, 23, 2]
G09 实际曲线星、单位完成与联合 Stokes	可能新扩展	指定 normal-three 模型中 marked curves、完整 Picard/联合 Stokes 和 whole-fibre 普通局部化导出去心全 S 作用零。 [6, 23, 5]
G10 整个核心纤维的 ordinary 局部化	可能新扩展	指定 normal-three 模型中 marked curves、完整 Picard/联合 Stokes 和 whole-fibre 普通局部化导出去心全 S 作用零。 [6, 23, 5]
G11 normal-three 去心作用消失	可能新扩展	指定 normal-three 模型中 marked curves、完整 Picard/联合 Stokes 和 whole-fibre 普通局部化导出去心全 S 作用零。 [6, 23, 5]
G12 临界迹质量与实际转置	非平凡组合或新证明	r^2 迹质量单调性本身是 Lagerberg Prop3.4 的 bidimension2 实例；候选贡献在受保护普通域对任意原始 S 的合法测试转置。 [22, 8]
G13 leading jets 与 PS tangent 配对	未定优先性	leading jets、charged-wall PS 配对与球面矩阵残差公式，是高度特定的潜在新技术。 [22, 25]
G14 球面临界流分类与中心系数公式	未定优先性	leading jets、charged-wall PS 配对与球面矩阵残差公式，是高度特定的潜在新技术。 [22, 25]
N01 任意相对 raw=outer 为假	未定优先性	反例具有明确纠错价值；若确实覆盖全部原始 classical testers，可形成独立成果。 [17, 18, 8]
N02 相对外容量 strong subadditivity 为假	未定优先性	反例具有明确纠错价值；若确实覆盖全部原始 classical testers，可形成独立成果。 [17, 18, 8]
N03 相对 extremal total mass 恒等式为假	未定优先性	反例具有明确纠错价值；若确实覆盖全部原始 classical testers，可形成独立成果。 [17, 18, 8]
N04 rooftop 常数一为假，跨背景常数二尖锐	未定优先性	反例具有明确纠错价值；若确实覆盖全部原始 classical testers，可形成独立成果。 [17, 18, 8]
N05 临界连续性必须控制 tails	非平凡组合或新证明	临界指数下 boundedness 不等于 uniform integrability 是既有机制；内部特定 NA 反例说明其假设必要性。 [14, 16, 18]

编号与模块	判断	决定性边界及原始文献
N06 小光滑正密度不保证源相容	可能新扩展	tropical 正测度无解和 orthogonality 失败在 2026 公稿已有；可能新的是原始 S 下任意小光滑正扰动仍无相容源的精确实现。 [24, 25, 15]
N07 连续光滑形式双原函数不普遍存在	未定优先性	这些精确障碍服务于实际解析商、代表与字面测度接口；本轮未确认同范围先例。 [6, 23, 5, 26]
N08 实 fan 的 Killing 粘合与固定 Q 障碍	未定优先性	这些精确障碍服务于实际解析商、代表与字面测度接口；本轮未确认同范围先例。 [6, 23, 5, 26]
N09 PL graph 的 Hessian wall drift	未定优先性	这些精确障碍服务于实际解析商、代表与字面测度接口；本轮未确认同范围先例。 [6, 23, 5, 26]
N10 有限单位提升与 Hensel 边界	未定优先性	这些精确障碍服务于实际解析商、代表与字面测度接口；本轮未确认同范围先例。 [6, 23, 5, 26]
N11 临界 r^2 不能自动除去中心质量	直接推论	临界球质量不能自动消去 Dirac，以及实际模型 MA 可以有原子，都有既有测度/交叉理论依据。 [22, 6, 2]
N12 可数控制测度与对偶字面性障碍	未定优先性	这些精确障碍服务于实际解析商、代表与字面测度接口；本轮未确认同范围先例。 [6, 23, 5, 26]
O01 全次数实际关系的任意背景下降	开放猜想	内部仍开放，且未由本轮已核验文献自动关闭；应作为带假设与里程碑的 program 陈述。 [2, 6, 5, 23, 3, 16, 25]
O02 KC12 与一般受控原函数构造	开放猜想	内部仍开放，且未由本轮已核验文献自动关闭；应作为带假设与里程碑的 program 陈述。 [2, 6, 5, 23, 3, 16, 25]
O03 相对外容量的 Borel 内正则性	开放猜想	内部仍开放，且未由本轮已核验文献自动关闭；应作为带假设与里程碑的 program 陈述。 [2, 6, 5, 23, 3, 16, 25]
O04 literal ED-bounded 数据的强 L1 连续性	开放猜想	内部仍开放，且未由本轮已核验文献自动关闭；应作为带假设与里程碑的 program 陈述。 [2, 6, 5, 23, 3, 16, 25]
O05 独立且可验证的非线性源条件	开放猜想	内部仍开放，且未由本轮已核验文献自动关闭；应作为带假设与里程碑的 program 陈述。 [2, 6, 5, 23, 3, 16, 25]
O06 variable PS、CTO 与 GK tests 的接口	开放猜想	内部仍开放，且未由本轮已核验文献自动关闭；应作为带假设与里程碑的 program 陈述。 [2, 6, 5, 23, 3, 16, 25]
O07 normal-three 的实际联合中心消去	开放猜想	内部仍开放，且未由本轮已核验文献自动关闭；应作为带假设与里程碑的 program 陈述。 [2, 6, 5, 23, 3, 16, 25]
O08 边界、域与 classical 代表的扩展	开放猜想	内部仍开放，且未由本轮已核验文献自动关闭；应作为带假设与里程碑的 program 陈述。 [2, 6, 5, 23, 3, 16, 25]

原始文献与核验定位

[1] Antoine Chambert-Loir; Antoine Ducros. *Formes différentielles réelles et courants sur les espaces de Berkovich*. arXiv:1204.6277v1, 2012; 124页. https://arxiv.org/pdf/1204.6277v1. 核验定位：Définition 5.6.3; Remarque 5.6.4, p.87；Corollaires 5.6.5–5.6.6, p.88； §5.6.8, p.89。

[2] Antoine Chambert-Loir; Antoine Ducros. *Formes différentielles réelles et courants sur les espaces de Berkovich*. arXiv:1204.6277v2, 25 July 2025; 608页. https://arxiv.org/pdf/1204.6277v2. 核验定位：Définition 8.1.1, p.195; Lemme 8.1.4/Remarque 8.1.6, p.196；Définition 8.1.7; Proposition 8.1.11; Définition 8.1.13, pp.196–198； §7.2.11/Exemple 7.2.12, p.163；Lemme 8.5.5, p.207； §8.6.1–Définition 8.6.2, pp.207–208；Propositions 8.7.2/8.7.4, pp.209–211; Théorème 8.12.1/Corollaire 8.12.3, pp.223–224。

[3] Lyuhui Wu. *On the local theory of non-archimedean psh functions*. arXiv:2609.27610v1, 23 September 2026; 55页. https://arxiv.org/pdf/2609.27610v1. 核验定位：Theorem 4.2, pp.25–26；Remark 4.6, p.26；Theorem 4.17; Corollary 4.18；Theorem 7.1, p.51；Definition A.1; Remark A.2, pp.52–53; Theorem A.3, p.53。

[4] Walter Gubler; Joseph Rabinoff. *Classically psh and pluriharmonic functions on Berkovich spaces*. arXiv:2506.13548v2, 17 September 2025; 40页. https://arxiv.org/pdf/2506.13548v2. 核验定位：Introduction, p.2；Definition 4.1, p.21；Proposition 4.2, pp.21–22; Theorem 4.3, p.22；Theorem 7.6, p.36; Proposition 7.8, pp.36–37。

[5] Walter Gubler; Philipp Jell; Joseph Rabinoff. *Forms on Berkovich spaces based on harmonic tropicalizations*. 期刊PDF, 2026. Bulletin de la Société Mathématique de France 154(1) (2026), 135–238; DOI 10.24033/bsmf.2919. https://smf.emath.fr/system/files/filepdf/GUBLER_JELL_RABINOFF.pdf. 核验定位：Theorem 1.11, printed p.143；Remark 16.3, printed p.233。

[6] Walter Gubler; Klaus Künnemann. *A tropical approach to nonarchimedean Arakelov geometry*. 期刊PDF, 2017. Algebra & Number Theory 11(1) (2017), 77–180; DOI 10.2140/ant.2017.11.77. https://msp.org/ant/2017/11-1/ant-v11-n1-p03-s.pdf. 核验定位： § §3–7: δ-forms, δ-currents, tropical Poincaré–Lelong；Corollary 6.15; Proposition 6.16, printed p.140；Theorem 10.5, printed p.163。

[7] Walter Gubler; Klaus Künnemann. *Positivity properties of metrics and delta-forms*. arXiv:1509.09079v2, 2016; 37页；文中页码均指此版. Journal für die reine und angewandte Mathematik 752 (2019), 141–177. https://arxiv.org/pdf/1509.09079v2. 核验定位：Theorem 0.1, p.4；Theorem 6.10, pp.27–28；Propositions 7.2–7.3, p.29；Theorem 8.4, pp.30–31。

[8] José Ignacio Burgos Gil; Walter Gubler; Philipp Jell; Klaus Künnemann. *Tropical toric pluripotential theory*. arXiv:2102.07392v1, 2021; 65页；所引页码为此预印本. https://arxiv.org/pdf/2102.07392v1. 核验定位：Theorem 3.1.4；Theorem 3.3.4,

p.19；Theorem 4.1.2, pp.20–21；Theorem 4.2.2, pp.21–22; Proposition 4.3.2, p.22。

[9] Yanbo Fang; Walter Gubler; Klaus Künnemann. *On the non-Archimedean Monge–Ampère equation in mixed characteristic*. arXiv:2203.12282v3, 2025; 13 页；所引页码为此预印本. Nagoya Mathematical Journal 259 (2025), 548–561. https://arxiv.org/pdf/2203.12282v3. 核验定位：Theorem 5.1, p.8；Theorem 7.1, p.11；Theorem 8.1, pp.11–12。

[10] Bhargav Bhatt; Linquan Ma; Zsolt Patakfalvi; Karl Schwede; Kevin Tucker; Joe Waldron; Jakub Witaszek; appendix by Rankeya Datta. *Test ideals in mixed characteristic: a unified theory up to perturbation*. arXiv:2401.00615v2, 8 July 2025; 117页. https://arxiv.org/pdf/2401.00615v2. 核验定位：Theorem 8.11; Definition 8.13, pp.81–83；Definition 8.37, p.95；Corollary 8.40; Theorem 8.41(h), p.96。

[11] Daniel Smolkin. *A new subadditivity formula for test ideals*. arXiv:1805.08739v3, 5 February 2019; 所引页码为此预印本. https://arxiv.org/pdf/1805.08739v3. 核验定位：Introduction and Theorem A (=Theorem 3.12), pp.1–2。

[12] Sébastien Boucksom; Charles Favre; Mattias Jonsson. *Solution to a non-Archimedean Monge–Ampère equation*. arXiv:1201.0188v1, 2011/2012; 47页；所引页码为此版. Journal of the American Mathematical Society 28 (2015), 617–667; DOI 10.1090/S0894-0347-2014-00806-7. https://arxiv.org/pdf/1201.0188v1. 核验定位：Theorem 3.1, p.16；Propositions 4.3 and 4.5, pp.21–23；§6; Theorems 7.2 and 8.1。

[13] Sébastien Boucksom; Charles Favre; Mattias Jonsson. *Singular semipositive metrics in non-Archimedean geometry*. arXiv:1201.0187v2, 21 January 2014; 49 页；所引页码为此版. Journal of Algebraic Geometry 25 (2016), 77–139; DOI 10.1090/JAG/656. https://arxiv.org/pdf/1201.0187v2. 核验定位：Theorems A–C, p.4。

[14] Sébastien Boucksom; Philippe Eyssidieux; Vincent Guedj; Ahmed Zeriahi. *Monge–Ampère equations in big cohomology classes*. arXiv:0812.3674 下载版；所引为 PDF 页码. Acta Mathematica 205 (2010), 199–262. https://arxiv.org/pdf/0812.3674. 核验定位：Definition 1.1, PDF p.5；Proposition 1.6, PDF p.7; Theorem 1.8, PDF p.8；Theorem 2.17, PDF p.29。

[15] Robert Berman; Sébastien Boucksom; Vincent Guedj; Ahmed Zeriahi. *A variational approach to complex Monge–Ampère equations*. 作者提供期刊PDF, 2013. Publications Mathématiques de l’IHÉS 117 (2013), 179–245; DOI 10.1007/s10240-012-0046-6. https://www.math.univ-toulouse.fr/~guedj/fichierspdf/BBGZ13.pdf. 核验定位：Theorem 4.1, printed p.207；Theorem 4.7, printed p.210。

[16] Sébastien Boucksom; Mattias Jonsson. *Measures of finite energy in pluripotential theory: A synthetic approach*. arXiv:2307.01697v1, 4 July 2023; 48页；所引页码为此版. Contemporary Mathematics 810 (2025), 159–208. https://arxiv.org/pdf/2307.01697v1. 核验定位：Theorem A, p.3；Definition 2.15, p.21; Theorem 2.23, p.23；Appendix A, Theorem A.3, p.42。

[17] Khalifa Dabbek; Fredj Elkhadhra. *Capacité associée à un courant positif fermé*. 期刊PDF, 2006; 18页. Documenta Mathematica 11 (2006), 469–486; DOI 10.4171/DM/219. https://ems.press/content/serial-article-files/26001?nt=1. 核验定位: Definition 2.1; Proposition 2.2, printed p.471; Theorem 2.4, printed p.474; Theorem 2.5, printed p.475; Theorem 3.2, printed p.482。

[18] Duc-Viet Vu. *Relative non-pluripolar product of currents*. 期刊全文HTML及arXiv:2004.11111 下载版（41页）; 网页定位用定理号. Annals of Global Analysis and Geometry 60 (2021), 269–311; DOI 10.1007/s10455-021-09780-7. https://link.springer.com/article/10.1007/s10455-021-09780-7. 核验定位: Theorems 2.4, 2.6, 2.9; Definition 3.3; Theorem 3.7 (arXiv PDF p.20); Theorem 4.8; Theorems 5.8–5.9。

[19] Urban Cegrell. *Pluricomplex energy*. 期刊扫描PDF, 1998; 31页. Acta Mathematica 180 (1998), 187–217; DOI 10.1007/BF02392899. https://archive.ymsc.tsinghua.edu.cn/pacm_download/117/6561-11511_2006_Article_BF02392899.pdf. 核验定位: Theorem 3.2, printed p.189; Remark after Theorem 3.8, printed p.193。

[20] Mohamed Zaway. *On the Cegrell Classes Associated to a Positive Closed Current*. 期刊元数据与摘要; 未取得全文. Chinese Annals of Mathematics, Series B 40(4) (2019), 567–584; DOI 10.1007/s11401-019-0152-6. https://journal.hep.com.cn/caoms/EN/10.1007/s11401-019-0152-6. 核验定位: Publisher abstract only。 证据深度: 仅出版者摘要与元数据; 优先性须补全文。

[21] Tomasz Klimsiak; Andrzej Rozkosz. *Renormalized solutions of semilinear equations involving measure data and operator corresponding to Dirichlet form*. arXiv:1507.06518 下载版; 22页; 所引页码为此版. Nonlinear Differential Equations and Applications 22 (2015), 1911–1934; DOI 10.1007/s00030-015-0350-1. https://arxiv.org/pdf/1507.06518. 核验定位: §2, pp.4–5; Definition 3.4; Theorem 3.5, p.11; Corollary 3.7; Theorem 3.8, p.15。

[22] Aron Lagerberg. *Super currents and tropical geometry*. arXiv:1008.2856 下载版; 39页; 所引页码为此版. Mathematische Zeitschrift 270 (2012), 1011–1050. https://arxiv.org/pdf/1008.2856. 核验定位: Definition 3.1; Proposition 3.2, pp.19–20; Proposition 3.4, p.20; Corollary 3.5, p.21; Proposition 3.11, p.23。

[23] Andreas Mihatsch. *δ-Forms on Lubin–Tate Spaces*. arXiv:2112.10018v4, 7 September 2024. Duke Mathematical Journal 173(14) (2024), 2809–2928. https://arxiv.org/pdf/2112.10018v4. 核验定位: Theorems 3.23 and 4.5; Proposition 2.32; Proposition 2.35; Theorems 5.5 and 5.11。

[24] Ana María Botero; Enrica Mazzon; Léonard Pille-Schneider. *Monge–Ampère measures on balanced polyhedral spaces*. arXiv:2603.08664v1, 9 March 2026; 62页. https://arxiv.org/pdf/2603.08664v1. 核验定位: Theorem 4.13, p.30; §5; Theorems 6.4 and 6.10, pp.45–46; Theorem 6.22; Example 6.23, p.52。

[25] Omid Amini; Matthieu Piquerez; Lyuhui Wu. *On solutions to tropical Monge–Ampère equations*. arXiv:2610.25602v1, 19 October 2026; 81页. https://arxiv.org/pdf/2610.25602v1. 核验定位: Theorem A (=5.13); Theorem B

(=8.1), introduction p.5；Theorem C (=11.4), introduction p.5；§11； § §6–9, pp.40–52；Theorem E (=12.11)。

[26] Omid Amini; Matthieu Piquerez; Lyuhui Wu. *Mixed differential calculus and Monge-Ampère equations on tropical varieties*. 被 Wu26/APW26 参考文献列为 2026 preprint；未找到可核验全文标识. https://arxiv.org/abs/2609.27610. 核验定位：Wu26/APW26 bibliography only。 证据深度：仅在原始论文参考文献中核验存在；未取得全文。

[27] José Ignacio Burgos Gil; Walter Gubler; Klaus Künnemann. *A tropical formula for non-Archimedean local heights*. arXiv:2512.07431 下载版. https://arxiv.org/pdf/2512.07431. 核验定位：Introduction; local-height comparison framework。

[28] Xinyi Yuan; Shou-Wu Zhang. *Adelic line bundles on quasi-projective varieties*. arXiv:2105.13587v9, 14 June 2025；出版者确认 2026 年专著. Princeton University Press, Annals of Mathematics Studies, 2026; publication date 13 January 2026. https://arxiv.org/pdf/2105.13587v9. 核验定位： § §2.4–2.5； §3.6.7, pp.100–101; Lemma 3.6.7 and §3.6.8, pp.101–102。 证据深度：原文相关节定点核验；出版元数据核验。