

分析备忘录 · 工作稿

连通性 2.0

基础设施、流动与聚落体系的数字骨架



计算达成的连通性，而不是建成的体量

客流 · 物流 · 通信 · 市政管网 · 聚落体系的数字孪生

分析平台 gosplan2.ru

2026

目录

1. 执行摘要：给州一级的一页纸
2. 更换计量单位：从体量到连通性
3. 聚落骨架：四个层级与时间法则
4. 客流：时刻表比沥青更值钱
5. 最后一公里与响应式交通
6. 物流：集并与回程装载
7. 冷链：全部农业物流的前提
8. 互联网：第五种市政管网
9. 市政管网：INFRA FIRST 原则
10. 聚落体系的数字孪生
11. 经济性：四个可比指标
12. 应当由规范明令禁止的反模式
13. 第一年的路线图
14. 哪些尚未验证，知识的边界在哪里
15. 结语

附录。 A. 当日可达性指数测算方法。B. 换乘枢纽清单。C. 微型枢纽清单。D. 居民点连通性护照。E. 术语表。F. 与《乡村 2.0》《亲生物城市》两份备忘录的关系。

关于本文件的性质。这是一份分析备忘录：一套计量框架、一组设计决策，以及检验它们的顺序。它不是设计文件、交通规划或投资建议。文中给出的阈值是供讨论的建议性标准，而非现行要求；必须依据具体地区的实测加以校准。第 14 章单独列出作者认为尚未验证的内容。

关于照片。所有插图均为现实场所的真实照片，而非效果图。每张图下的说明标明其所摄内容。来源：Unsplash, Unsplash 许可。

1. 执行摘要：给州一级的一页纸

核心主张。今天的基础设施按体量来规划与评价：公里、床位、兆比特、平方米。而体量回答不了人和货物唯一真正关心的问题——我能不能到、货能不能到、要多久。本备忘录建议更换计量单位：计算连通性与周期时间，而不是建成的体量。由这一更换派生出不同的优先级、不同的合同与不同的工序次序。

规划单位既不是设施也不是行业，而是日周期：
人的周期“家 → 服务 → 家”，与货的周期“生产 → 集并 → 市场”

五点推论

1. 时刻表比沥青更值钱。枢纽内有保障的换乘，对连通性的提升大于在非同步时刻表下增开班次：连通性随可靠衔接的数量增长，而不是随车辆数量增长。
2. 回程装载是物流中最大的未用储备。满载而来、空车而去的车辆，使所有参与者的运费翻倍。
3. 通信的决定性参数不是速率，而是上行带宽与故障恢复时间。“下行100/上行5”的线路在形式上很出色，用于远程办公与远程医疗则几乎不可用。
4. 管网上的第一笔投资是计量表，而不是管道。在损耗不明的系统中扩容，一部分会流入同样的损耗。
5. 复制一项服务比保障一次前往它的出行更贵。在每个小居民点设诊所是做不到的；保障一次当日往返是做得到的，而且更便宜。



田野边的车站。基础设施在物理上是存在的；它回答不了的问题是：能否从这里前往区中心、办完事并当天返回。

地区能得到什么

一张按时间而非距离显示哪些居民被切断于服务之外的地图；一组可比指标，使对时刻表、道路、光纤与物流的投入可以相互比较；以及为“已达成的连通性”而非“已完成的体量”付费的合同。

一句诚实的说明

文中建议的任何阈值（30/60/120 分钟、各类比例与系数）都不是基于俄罗斯数据的研究结论。它们是为使“测量”成为可能而设定的工作值。第一轮实测很可能表明其中一部分需要修正——这是工作的正常进程，而不是方法的失败。

2. 更换计量单位：从体量到连通性

基础设施领域中报表与现实的落差，并非源于不诚实，而是源于所选的计量单位。建成体量易于测量，于是就测量它；连通性难以测量，于是干脆不测。

2.1. 指标体系有何改变

现在计算的	建议改为计算的	为何会改变决策
道路里程	在 30 / 60 / 120 分钟内可达相应层级中心的居民比例	翻修完的道路若不改动时刻表，可达性一分钟也不会改变
班次数量	每日可实现的“居民点 → 服务 → 居民点”链条数量	所有班次都可以完成，而因衔接不上，没有一条链条闭合
通信覆盖率，%	按地址实测的速率与上行带宽、时延、恢复时间	“有覆盖”与“晚上能用”是两个不同的陈述
货运周转量，吨	第一公里与最后一公里的成本、空驶比例	周转量在增长，小生产者却依然运不出产品
竣工面积，平方米	每单位基础设施投入带来的新增常住居民	若地区上的生活周期不闭合，房子建成也会空置
管网容量，兆瓦	具体接入点的可用容量及取得它所需的时间	总容量可能充裕，而恰恰在需要之处没有可用容量

2.2. 为什么连通性不能靠相加得到

连通性最根本的性质是不可加。两条不在节点相交的道路，所提供的连接少于一条穿过节点的道路。两条时刻表互不协调的线路，所提供的出行少于一条有保障换乘的线路。同一运营商沿同一路由的两条通道，则根本不构成冗余。

由此得出的实际结论是：投资决策不能按单个设施来做。它要按整张网络连通性的变化来做——也就是需要一个网络模型，而不是一份设施概算。第 10 章说明这样的模型如何构建、需要什么。

2.3. 时间在三处流失

人的周期	时间流失在哪里
家 → 车站	最后一公里：步行 20-40 分钟， 冬季无法通行
车站 → 枢纽	候车：有班次，但不在需要的时间
枢纽 → 服务	换乘：40-90 分钟，因为时刻表 互不协调
服务 → 返回	末班早于服务结束： 出行无法闭合

四处流失中有三处靠组织手段解决，只有一处需要资本投入。而实践中的资金分配恰恰相反：资本部分几乎拿走全部，组织部分几乎一无所有。这正是第 4 章所讨论的主要储备。

3. 聚落骨架：四个层级与时间法则

多中心的聚落模式，只有在存在刚性可达性标准时才可能实现。否则“多中心”只停留在修辞层面，而服务的实际分布仍会继续向最大的中心收缩。

3.1. 层级由功能与时间界定，而非由人口界定

L0	居民点	日常：学校、卫生点、商店、公共中心、本地就业
—— 步行 15 分钟 / 乘车 30 分钟 ——		
L1	支点中心	每周：门诊、政务大厅、中专、体育、集市、物流枢纽
—— 60 分钟 ——		
L2	小城市 / 区	每月：医院、法院、职业院校、大型商业、配送中心
—— 120 分钟 ——		
L3	州中心	低频：大学、专科医疗、机场、州级机构

按功能而非人口分类具有原则意义：一个为周边五个居民点提供服务的 800 人聚落，按角色属于 L1，尽管按人口看像 L0。反之亦然。

3.2. 值得采纳的标准

从任一 L0 都存在通往其 L1 的联系，使人能够出行、办完事并当天返回，每周不少于五天
--

这是一条可依据时刻表与地图核验、无需问卷调查的表述。它把“每个居民点都有服务”这一无法兑现的承诺，替换为可兑现且可测量的义务。同时它立刻显现出替代方案的代价：在每个 L0 维持一家诊所，比保障一次出行更贵——但前提是这次出行确实得到了保障。

3.3. 当日可达性指数

测量什么	在现行时刻表下，“去—办事—回”的周期能在日照时间内完成的居民比例（分别对 L1 与 L2 计算）
如何计算	依据公布的时刻表与道路网；计入候车与换乘时间，而不仅是在途时间
需要什么数据	机器可读的时刻表、道路网、服务点位及其办公时间
频次	时刻表每次调整时；汇总每年两次
关键细节	必须计入服务的办公时间。把人送到已关门的窗口，周期并未闭合

首次测量会显示什么

作者的预期：在多数区，该指数将显著低于现行计划的假设，且主要损失并非来自距离，而是来自时刻表不协调与机构办公时间。若得到证实，投资优先级就应从资本建设转向组织工作——后者成本低若干个数量级，见效快若干年。

3.4. 这套骨架解决不了什么

骨架不回答这样一类地区的问题：由于距离、季节或没有道路，无论何种时刻表都无法实现当日可达。它们需要另设制度：按有保障的时间表提供上门服务，在适用之处采用远程形式，并诚实承认这里的部分服务将以不同方式提供。假装标准处处达标，是让标准失去信用的最可靠办法。

4. 客流：时刻表比沥青更值钱

小型地区交通中最被低估的工具，是等间隔（钟面式）时刻表。它不需要新增车辆，对连通性的改变却超过同等造价的资本投入。

4.1. 等间隔时刻表如何起作用

没有等间隔	有等间隔
线路 A 到达 :10 线路 B 发车 :05 候车 55 分钟	所有线路到达 :55 所有线路发车 :05 候车 10 分钟
3 条线路 → 2 组可靠连接	3 条线路 → 6 组可靠连接

连通性随有保障衔接的数量呈乘性增长，而随班次数量仅呈线性增长。因此在枢纽协调时刻表，通常比以同等成本增开班次带来更大提升。代价是刚性：等间隔要求准点到达，也就要求运行图中留有余量并具备可用的调度。



枢纽内的导向标识。若乘客在两分钟换乘时间里弄不清该往哪走，有保障的衔接便毫无意义：标识与信息屏是交通方案的一部分，而不是环境装饰。

4. 2. 工具及其成本量级

工具	解决什么	成本量级
等间隔时刻表	有保障的换乘；不增车辆即提升连通性	组织成本、调度、运行图余量
配套完善的枢纽	雨棚、供暖、卫生间、信息屏、自行车停放、取件点——换乘不再是一种惩罚	小额资本投入，对使用率影响显著
一票通与信息服务	把三段各自独立的行程变成一次出行；可预期性	中等；主要是 IT 与协议工作
专项接送的整合	校车、医疗与邮政接送并入一个闭环，而非三条并行线	在现有支出上产生节约
进城路段优先通行	时间损失发生在最后几公里，而不是在旷野	成本低，政治难度高
新线路或新道路	连接物理上尚未连接之处	大额资本投入；在组织手段用尽后才成立



校车接送。乡村地区少数有保障且已获拨款的交通流之一，同时也是最大的未用资源：线路、车辆与司机都已存在，却每天只服务一类乘客两次。

4. 3. 合同：该为什么付费给承运方

现行做法按完成班次或行驶里程付费。在这种指标下，一家把所有班次都跑完、却一次衔接也没保障的承运方，被视为履约良好。建议的替换方案：

- 基础部分——按已实现的“居民点 → 服务 → 居民点”链条计费，并计入服务的实际办公时间。
- 扣罚部分——针对被打断的有保障衔接，因为正是它们最快摧毁人们对系统的信任。
- 奖励部分——周期中位时间低于目标值，以及完成完整周期的乘客数量增长。

这一设计的风险

“已实现链条”比里程更难管理，在台账薄弱时也易被操纵。它要求机器可读的时刻表、实际到达时间的记录以及独立校验。在缺少这一基础时贸然引入，等于用一个看不懂的坏指标替换一个看得懂的坏指标。次序应当相反：先有台账，后有合同。

5. 最后一公里与响应式交通

即便时刻表协调得完美无缺，对于住在距车站四公里处的人也无济于事。最后一公里正是周期中损失时间最多、而传统定线交通在经济上无法成立的一段。

5.1. 定线交通失效的临界点

定线线路需要有足以支撑一趟班次的客流。低于这一临界点，只剩四种选择，而且都比城市里的公交要差：

选项	适用条件	薄弱之处
低频定线班次	客流稳定但很小；出行可预测	每天一两班无法与服务时间形成闭合周期
响应式交通（DRT）	每天 5 - 20 次出行，起点分散	需要调度、通信与付费习惯；经济性未获验证
与专项接送整合	已有校车或医疗接送线路	混载在法规与保险上的限制
补贴个人机动性	客流低于任何可行性门槛	对不能驾车者毫无帮助：老人与青少年

最后一行最令人不适，也最诚实。在极低客流下，任何形式的公共交通都可能比直接补贴个人机动性更贵。但这种补贴对系统本应服务的两类人——老人与儿童——毫无作用。承认这一岔口应当是方案的组成部分，而不是到第三年才被发现。

5.2. 什么能让响应式交通真正运转

- 有保障的时间窗，而不是“某个时候”。预约落在具体区间，并与枢纽的等间隔时刻表衔接；否则它只是出租车，不是交通。
- 电话预约与手机应用同等有效。要求必须用智能手机，等于把核心受众排除在外。
- 调度设在 L1 而非居民点。汇集多个居民点的预约，是形成密度的唯一途径。
- 与干线一票通。两次付费扼杀需求的效果，比在途时间更强。

5.3. 步行的最后一公里

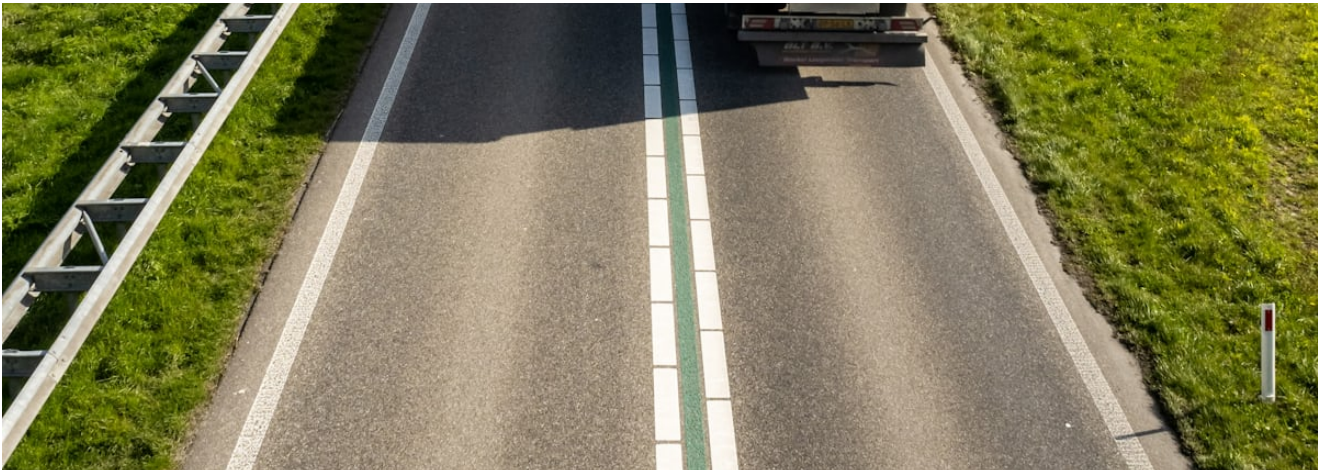
问题的一部分无需交通即可解决。从住宅组团到车站的一段有照明、冬季清扫的人行道，能把 700 - 1200 米的距离从“无法通行”变为“正常”。这是现有最便宜的交通措施，却几乎从不进入交通计划——因为它在形式上被归为环境整治。

一条实用规则

在设计接驳之前，先确认现有距离能否直接变得可步行。带照明并做冬季养护的人行道，其造价低于一辆小巴一年的运营费用，而且全天候起作用。

6. 物流：集并与回程装载

乡村物流之所以昂贵，不是因为距离，而是因为空驶与缺乏集并。这两个原因都可以通过组织与数字手段消除，无需新建道路。



干线运输。向小型居民点配送的经济性，并不取决于这一段路程，而取决于第一公里和最后一公里发生了什么，以及车辆返程时装的是什么。

6.1. 成本究竟产生在何处

小生产者的配送成本结构	
第一公里	装货、包装、等待、单证 → 批量小时占比很高
干线运输	可预期且相对便宜
最后一公里	卸货、验收、周转箱回收 → 批量小时占比很高
返程	往往空驶 → 使所有人的成本翻倍

由此得出两点结论。第一，需要压缩的不是干线，而是两端——也就是通过集并把批量做大。第二，返程是已经付过钱却在闲置的运力；把它装满比另行安排一趟班次更便宜。

6.2. 两级集并

L0 微型枢纽	L1 区级枢纽
收货、称重	批量集结、码盘
包装、标识	单证、检疫、防疫
小型冷藏	工业冷藏
包裹自提点	越库作业、回程配载
`` 设于既有公共建筑内 ``	承运方与电商平台接入
	`` 需要资本投入，但服务
	10-40 个居民点 ``

L0 微型枢纽最关键的节约在于它不需要新建：它是一项功能，安放在已经存在、已经供暖的公共建筑之中——正是《乡村 2.0》备忘录所讨论的那座建筑。额外投入仅限于地磅、货架、冷藏间与一个工位。



区级枢纽：批量集结、单证、越库作业、承运方接入。



标准化周转器具——枯燥却决定性的条件：没有它，集并就退化为人工倒货。

6.3. 回程装载：顺路货交易平台

技术上这是一件简单的事：一份载明方向、剩余容积与时间的班次登记表，加上一份待发货物登记表。困难完全在组织层面：

障碍	如何应对
彼此缺乏信任	由地区运营方作交易担保，初期辅以货物保险
周转器具不统一	全区统一托盘与周转箱；押金制流转
单证	以电子运单作为接入平台的条件
班期不匹配	提前公布计划班次，而不是发车后才公布
卫生限制	食品与非食品分设闭环；这会限制集并，但并不取消它

6.4. 物流指标

- 全区空驶比例——直接且易于核验的节约。
- 小批量的吨公里成本——必须是小批量；全区平均值会掩盖问题。
- 易腐品从生产到货架的时间。
- 途中损失的产品比例——见下一章。

7. 冷链：全部农业物流的前提

这一章通常在乡村发展计划中缺席，而没有它，其余方案有一半无法成立。

7.1. 为什么没有冷链其余都无意义

小型农业生产者的产品中有相当一部分——牛奶、肉类、浆果、绿叶菜、鱼——一旦温度条件中断便丧失商品性或安全性。中断并不发生在冷藏车运行的干线上，而发生在各个衔接点：地头、装车时、等待时、枢纽转运时、交付时。

链条在哪里断裂

田间/农场 --X-- 烈日下等待 --OK-- 冷藏车 --X-- 转运
--OK-- 仓库 --X-- 交付 --OK-- 买家的冰箱

每一个 X 都会作废此前所有的 OK

实际结论是：冷链是一条连续的链，其价值由最薄弱的一环决定。在 L0 收货环节没有冷藏的情况下投资冷藏车，不会产生效果。这与交通中的连通性原则完全一致：系统不可加。

7.2. 这对方案意味着什么

L0 最低配置	冷藏收货间、地磅、周转器具、温度记录仪、通往枢纽的短驳运
L1 最低配置	工业冷藏、适用处的速冻、收发环节的温度管控
能源	冷藏是持续电负荷。这又回到 ENERGY FIRST 原则：容量在事前确认，而非事后
测量	每批货配温度记录仪；温度条件超标批次占比是物流质量的强制指标

最该优先测量的一项

在俄罗斯，小生产者层面因冷链断裂造成的产品损失量没有被系统测量过。据作者判断，这一数值解释了产地价与货架价之间相当大的一部分差额。这一点不能作为事实断言——但可以且应当把它排在试点测量计划的首位，因为它成本低廉，却会改变优先级。

8. 互联网：第五种市政管网

光纤应当被视为与供水、供电、供热和道路并列的市政管网——具有同样的强制性、同样的冗余逻辑与同样的测量制度。但“覆盖率”这一指标会导致系统性误判。



光纤配线架。网络的物理层，在报表中被压缩成“覆盖率 %”这一个数字——同时也丢掉了一切决定该线路能否用于工作的信息。

8.1. 决定可用性的四个参数

参数	为何重要	为何没有被统计
上行带宽	视频通话、远程医疗、远程办公、上传文件。100/5 的线路形式上很好，实际不可用	广告与报表只使用下行速率
时延与抖动	视频会议与远程接入败于不稳定，而非兆比特不足	需要主动测量，而不是宣称的资费
恢复时间	只有单条通道的地区，会同时失去学校、卫生点、收银与政务	冗余成本高且未写入任何规范
高峰时段按地址的实测速率	“有覆盖”与“晚上能用”是两个不同的陈述	只能通过投诉才被发现

8.2. 如何测量

唯一可靠的方式是从用户侧主动测量：在路由器上部署软件探针，自愿接入，结果匿名化并汇总。运营商关于自身网络的数据不适用于此，并非出于不诚实，而是因为它描述的是另一个测量点。结果以按地址、含四个参数的地图形式公布。对运营商的补贴与实测值挂钩，而不是与宣称的覆盖率挂钩。

8.3. 关键位点的冗余

对于承担基础功能连续性的 L0 点位——学校、卫生点、公共中心——建议设立“第二条通道须走不同物理介质”的规范（微波、卫星、蜂窝作为光纤的备份）。同一运营商沿同一路由的两条通道不构成冗余。

8.4. 断网时的自持能力

在外部通道完全中断时，地区须能维持基础功能运转。这不是假想情景：施工挖断干线光缆是常见事件。

- 教育资料与查询系统的本地缓存
- 离线受理申请、事后同步
- 居民点内部的本地电话
- 通信节点的备用电源，与卫生点同等对待

与财政人员沟通时管用的类比

备用通信通道相当于备用电源。没有人会质疑医院需要一台发电机，而同一家医院的第二条通信通道通常被视为奢侈。然而现代卫生点一旦断网，既开不出处方，也得不到会诊，更传不出化验结果。

9. 市政管网：INFRA FIRST 原则

《乡村 2.0》备忘录中的 ENERGY FIRST 原则，是一条适用于所有管网的通用次序法则的特例。

计量与损耗 → 容量 → 备用 → 接入 → 然后才是新建开发

9.1. 第一笔投资是计量表，而不是管道

在损耗不明的系统中，任何扩容都有一部分流入同样的损耗。工序应为：测量实际用量与实际损耗，消除其中成本低廉的部分，重新核算所需容量——之后再设计扩容。这一步枯燥、无法剪彩，因而几乎总被跳过。

9.2. 集中还是分散——按测算，而不是按习惯

情形	通常更便宜的做法	前提条件
聚落密集核心区	集中式管网	管线短、接户密度高
分散布局	分散式方案：分户热源、就地污水处理、本地取水	存在运维单位与维护规程
紧邻既有核心的新街区	接入管网并同步改造该段	已确认存在可用容量
偏远的成组住宅	几乎总是选择自持	由谁维护、用什么钱，事先已确定

每一行的判据都相同：计入运维、损耗与故障概率的25 年全生命周期成本，而不是建设造价。

9.3. 管网在模型中是约束条件

本章对规划的实际意义在于：具体接入点的可用容量及取得它所需的时间，是地区模型中的约束条件，而不是一个单独的行业议题。住宅项目、换乘枢纽、枢纽冷库与学校在争夺同一份容量，而这种冲突只有在统一模型中才看得见。这就引向下一章。

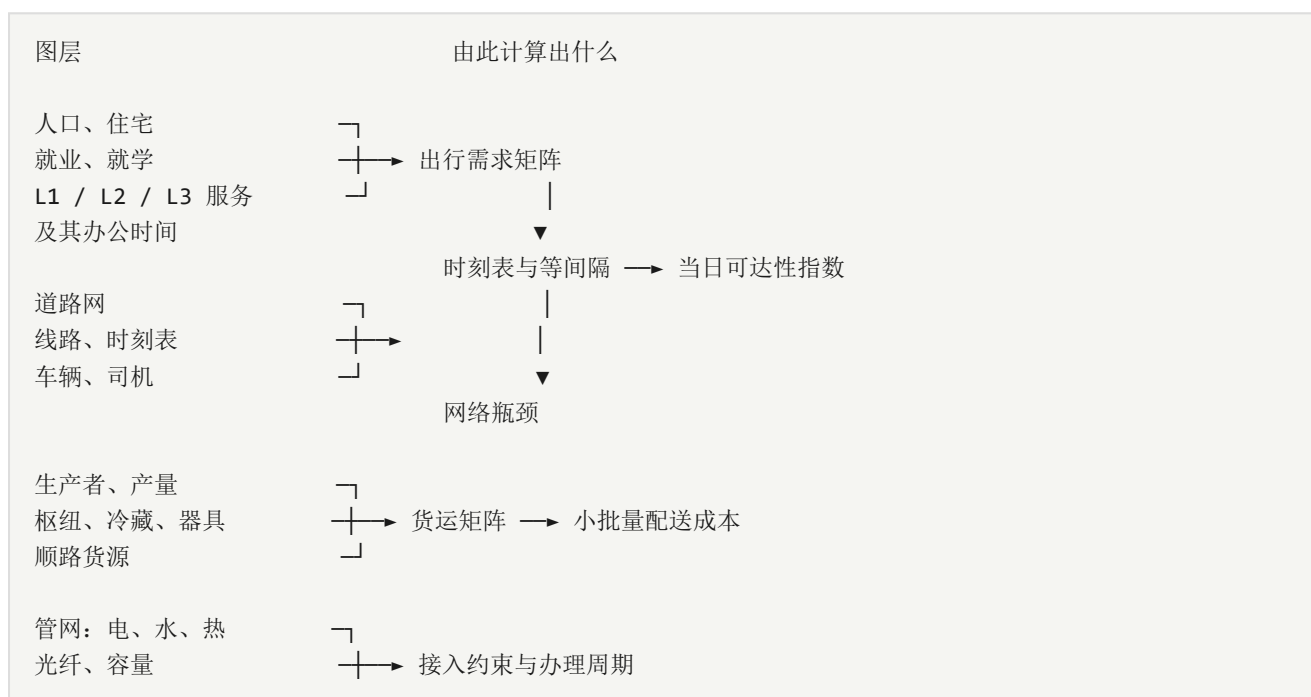
10. 聚落体系的数字孪生

在《乡村 2.0》备忘录中，数字孪生是在单个居民点层面描述的。对交通与物流而言这还不够：流动按定义存在于节点之间。模型必须是网络模型。



地区模型。价值不来自图层的数量，而来自图层之间的联系：一个图层的变化必须自动重算其余图层。

10.1. 图层及其产出



10.2. 核心要求：自动重算

只有当一个图层的变化立即重算其余图层时，模型才有意义。一个新建住宅街区必须立刻产出：出行需求增量、变电站负荷、学位需求、垃圾清运量，以及邻近居民点可达性指数的变化。

如今这些计算由不同主管部门在不同文件中完成，且彼此对不上。这正是为什么新街区常常拿到了电力容量却没有公交：容量与公交分属不同部门，规划周期也不同。模型解决不了这一体制冲突，

但能让它变得可见、可标注日期——而这正是解决它的前提。

10.3. 数据归谁所有

模型持有方	州一级的地区运营方。不是承包商：归承包商所有的模型会随合同一同终结
流动数据	汇总并匿名化。模型不需要个人轨迹：用于规划的“起点—终点—时间”矩阵已经足够
计算结果	默认公开：可达性指数、连通性地图、物流成本、瓶颈
原始数据	本就公开的（时刻表、路网、服务点位）保持公开；商业数据以汇总形式提供

为什么此处的公开不是意识形态

不公开的可达性指数会立刻沦为各区之间讨价还价的筹码，不再是规划工具。公开是唯一低成本的机制，能阻止方法被朝着期望答案调校。《亲生物城市》备忘录在绿化指标上得出了相同结论，这种重复并非偶然：没有人能核验的指标，没有理由保持诚实。

10.4. 最小可行版本

开始工作并不需要完整模型。四组数据即可，且每一组要么已经存在，要么可在数周内收齐：

- 1. 全区所有交通的机器可读时刻表。
- 2. 含季节通行性的道路网。
- 3. L1/L2 服务点位及其办公时间。
- 4. 按居民点统计的人口。

有了这些就足以计算当日可达性指数并看清瓶颈。其余一切都在此之上叠加。

11. 经济性：四个可比指标

交通、通信、物流与管网，与道路和社会设施争夺同一份预算。要使比较成为可能，需要一个共同的效用计量单位。

指标	用于比较什么	如何计算
每节省一乘客·分钟的成本	时刻表、道路与换乘枢纽之间	全年所有受影响居民周期总时长的变化，除以投入
当日可达性指数每提升一个百分点的成本	不同地区之间的投入	周期闭合居民比例的变化，除以投入
小批量吨公里成本每下降一单位的代价	枢纽、冷库与顺路货平台之间	实际配送成本的变化，除以投入
每位新增常住居民的资本支出	基础设施组合与直接迁居激励之间	全部投入除以已经确认的常住人口增量

11.1. 按结果付费

有了可比指标，就可以把部分资金与达成值挂钩：

- 承运方——按已实现链条与有保障衔接的履约情况。
- 通信运营方——按实测的上行带宽、时延与恢复时间，而不是宣称的覆盖率。
- 物流运营方——按空驶比例与小批量配送成本的下降。
- 管网单位——按损耗与接入周期的缩短。

必备前提

按结果付费只有在独立测量的前提下才有效。若指标由受益方自行计算，它会在一个合同周期内退化。因此测量闭环（第 13 章第 1 - 3 步）应先于合同闭环建立，而不是同时。

11.2. 这些指标未覆盖什么

四者都不反映可靠性与韧性：系统可以被优化到常态下表现优异、首次故障即崩溃的状态。因此它们旁边还须有第五项定性判据——任一单一要素失效时，基础连通性是否仍然保持。它无法用金额计算，但可以通过模型的情景推演来检验。

12. 应当由规范明令禁止的反模式

以下情形若不明令禁止，就会默认发生。这是本文件最实用的部分。

编号	反模式	表现	消除它的规则
1	有路无时刻表	道路翻修完毕，可达性一分钟也没改变	交通篇章是道路项目的强制组成部分
2	住宅先于管网与公交	街区建成，容量未确认，没有线路	INFRA FIRST：开盘前确认容量与交通服务
3	以“覆盖率”代替测量	为宣称覆盖率付补贴，得到的只是宣称	按独立实测参数付费
4	没有冷藏的枢纽	物流中心只服务不易腐品	冷链闭环是枢纽设计的强制内容
5	以复制代替连接	承诺每个居民点都有服务，反而堵住了组织出行的路	以当日可达性标准替代功能复制
6	关键点位只有单通道	学校与卫生点时不时无法工作	第二条通道须走不同物理介质
7	模型归承包商	规划随合同一同终止	模型与数据归地区所有
8	按里程付费	班次全部完成，衔接一次未保障	按已实现链条付费
9	时刻表只有 PDF	数据形式上已公开，却无法用于计算与应用	以机器可读格式作为线路准入条件
10	不做故障情景的优化	常态下完美，首次故障即崩溃	按任一单一要素失效检验连通性

十条中代价最大的一条

第九条。以 PDF 或墙上贴纸形式发布的时刻表，会让其余一切都无法实现：可达性指数、等间隔规划、乘客应用、按结果付费的合同。它是清单中成本最低的一项要求，同时也是其余九条得以成立的前提。

13. 第一年的路线图

五个步骤。前三步是测量，无论计划后续如何都能收回成本；后两步是各类实质性干预中最便宜的两项。

第 1 步：测算当日可达性指数（1 - 2 个月）

- 以机器可读形式收齐全区所有交通的时刻表
- 收集 L1/L2 服务点位及其实际办公时间
- 计算日周期可闭合的居民比例
- 公布地图：谁被切断，原因是距离、时刻表还是办公时间

第 2 步：主动测量通信质量（1 - 2 个月，并行）

- 在自愿参与的用户侧部署测量探针
- 按地址测量速率、上行带宽、时延与故障
- 单独核查关键点位：学校、卫生点、公共中心
- 公布含四项参数的地图

第 3 步：流动普查（2 - 3 个月）

- 客流：起点、终点、时间——依据承运方数据与汇总移动性数据
- 货流：运出什么、由谁运、批量多大、频次如何
- 空驶：比例与方向
- 专项接送：校车、医疗、邮政——线路与载运情况

第 4 步：一个等间隔枢纽（6 - 9 个月）

- 选择汇聚线路最多的一个 L1 中心
- 将时刻表统一为等间隔，并在到达时刻上留出余量
- 完善换乘设施：雨棚、供暖、卫生间、信息屏、导向标识
- 测量前后对比：已实现链条数、周期中位时间、乘客量

第 5 步：一个微型枢纽（6 - 12 个月）

- 设于既有公共建筑内：收货、地磅、冷藏、周转器具、自提
- 接入区级顺路货交易平台
- 测量前后对比：空驶比例与小批量配送成本
- 单独测量温度条件超标批次的占比

为什么是这个次序

前三步的成本比任何工程低若干个数量级，而且本身就有用：它们能显示连通性究竟在哪里流失，并且是在资金分配之前显示出来。第四、五步能在一年内给出可测结果——也就是在一个政治周期之内，而这对此类计划而言是存续条件。

14. 哪些尚未验证，知识的边界在哪里

没有这一章，本文件就会被读成一份成型的计划。以下是开放问题，而不是实施细节。

问题	不确定性何在	如何消除
响应式交通的经济性	在某一预约密度以下，可能任何形式的公共交通都不成立	在两三个密度不同的居民点做试点，并诚实公布负面结果
迁居意愿	“城市 → 乡村”迁移的容量未经测量，而全部人口论证都依赖于它	问卷 + 预登记 + 可比区位实际成交分析
通信运营方的配合意愿	披露实测参数并按可测 KPI 工作，是谈判地位问题而非技术问题	先从自愿测量与公开做起；依据结果再谈监管
冷链损失	该数值未被系统测量；作者的估计未获证实	试点枢纽首个产季在各批次中放置温度记录仪
阈值取值	30 / 60 / 120 分钟是工作值，而非研究结论	依据不同类型区的首轮实测进行校准
体制可行性	本文件最薄弱之处	见下文

14.1. 主要风险：连通性没有归属方

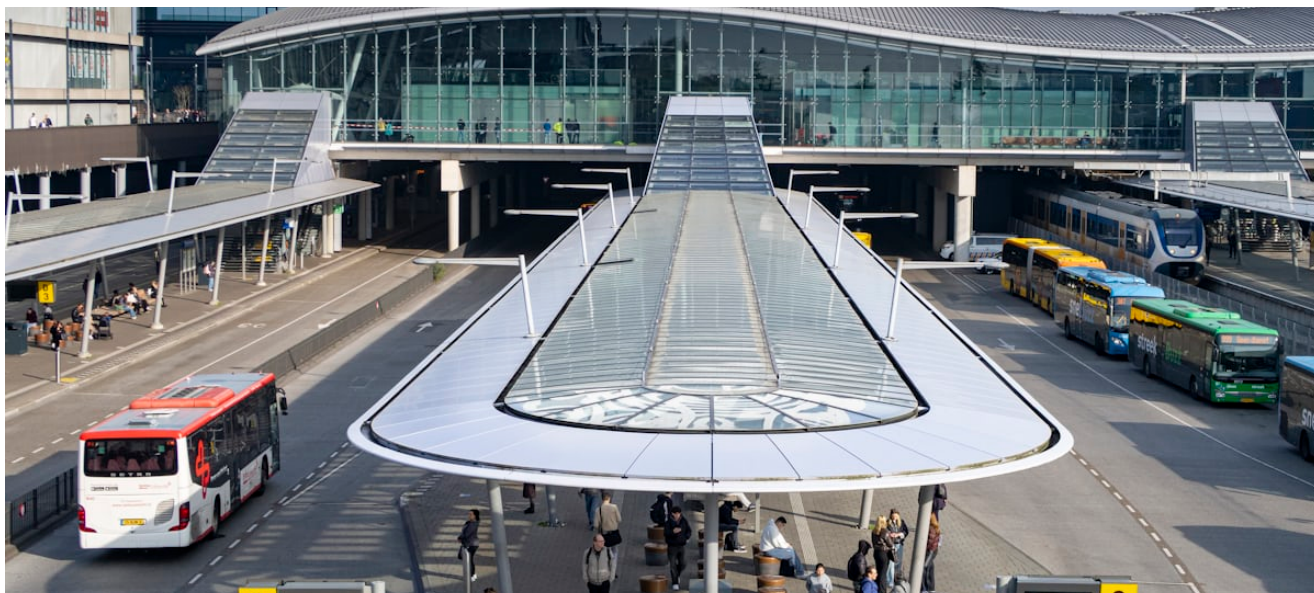
技术上，所述一切都不复杂。困难在于：道路、公交、光纤、卫生点、学校与电网如今分属不同主管部门，规划周期不同、资金来源不同、成功标准也不同。他们每一方都可以尽职完成各自的计划，而连通性丝毫不变。

如果没有人拥有连通性，它就无法被设计。在某个具体机构以预算和指标对它负责之前，它始终只是别人工作的副产品之和。

由此得出本文件唯一的体制性结论：需要一个州一级的机构专门对连通性负责——持有模型，拥有协调不同承运方时刻表的权限，并以某项指标接受问责。在《乡村 2.0》备忘录中，这一角色被描述为地区发展公司；此处在其之上增加交通物流职能。

15. 结语

平台的三份备忘录从三个侧面描述同一个系统。《乡村 2.0》回答对地区做什么。《亲生物城市》回答环境应当是什么样。本文件回答这些地区之间靠什么连接。



换乘枢纽。连通性要么在这里产生，要么在这里丧失——而它的造价远低于通往它的那些公里数。

不是建得更多，而是连得更好。
不是用体量交差，而是测量真正达成的时间。

应当先于其他事项完成的三件事：把时刻表转为机器可读格式、测算当日可达性指数、指定连通性的归属方。三者都不需要资本投入。本文件其余所有决定，都是它们的派生物。

本文件系分析备忘录。文中阈值为供讨论的建议值而非现行规范，须依据实测加以校准。最新版本及配套的《乡村 2.0》《亲生物城市》备忘录，见分析平台 gosplan2.ru。

附录 A. 当日可达性指数测算方法

A. 1. 输入数据

- 全区所有线路的机器可读时刻表，含季节性版本
- 标注季节通行性的道路网
- L1 与 L2 服务清单，含地址与实际办公时间
- 按居民点统计的人口
- 计算期的日出与日落时间

A. 2. 算法

对每个 L0 居民点：
 对每项 L1 级服务（L2 单独计算）：
 找出不晚于办公开始时间到达该服务的最早班次
 找出不早于办公结束时间返程的最晚班次
 若两者均存在且落在日照时间内：
 周期闭合
 闭合周期比例 × 人口 = 对指数的贡献

全区指数 = 各项贡献之和 / 总人口
`` 换乘时间不少于 10 分钟 ``
`` 季节时刻表分别计算：冬季指数通常更低 ``

A. 3. 不可遗漏的要点

- 办公时间。把人送到已关门的窗口，周期并未闭合——这是最常见的计算错误
- 换乘。计入站台之间实际步行时间，而不仅是时刻表上的时差
- 季节性。冬夏指数分别计算；翻浆期与汛期另设情景
- 最后一公里。住宅组团到车站的距离计入周期
- 星期。工作日与休息日的指数存在本质差异

附录 B. 换乘枢纽清单

B. 1. 时刻表

- 所有线路在约定时间窗内到达，并在其后发车
- 最短换乘时间不少于 10 分钟，并计入实际步行
- 运行图中为晚点留有余量
- 季节性版本中仍保持等间隔
- 时刻表以机器可读格式发布

B. 2. 物理环境

- 雨棚与供暖候车室
- 在运营时段开放的卫生间
- 实时信息屏与清晰的站台间导向
- 站台间通行无需横穿车行道
- 整个换乘区域的照明与冬季养护
- 自行车停放与私家车落客点
- 包裹自提点——作为额外一次出行的理由

B. 3. 组织

- 全链条一票通或联程票价
- 记录实际到达时间的调度
- 衔接失败时的处置规程
- 枢纽的责任方与维护资金来源

附录 C. L0 级微型枢纽清单

C. 1. 场所

- 设于既有供暖建筑内；无需单独新建
- 货车进场道路与回车场地
- 独立出入口，不与中心的公共功能混用

C. 2. 设备

- 经检定的地磅、货架、押金制标准周转器具
- 带温度记录仪与备用电源的冷藏间
- 具备稳定通信的操作员工位
- 标识打印与单证打印
- 包裹自提柜

C. 3. 流程

- 每批货配电子运单
- 收发环节的温度检查
- 在区级平台发布返程剩余运力
- 食品与非食品分开处理的规程
- 已确定运营方及三年期资金来源

附录 D. 居民点连通性护照

居民点

层级: L0 / L1 / L2

可达性

L1 中心:

在途时间

换乘

次

至 L1 周期闭合:

是 / 否

(工作日 / 休息日)

至 L2 周期闭合:

是 / 否

首班

末班

冬季指数

%

夏季指数

%

最后一公里

至车站最大距离

米

人行道: 有 / 无

照明: 有 / 无

冬季养护: 有 / 无

通信

下行

/

上行

Mbit/s

(实测, 非资费)

时延

ms

抖动

ms

年故障次数

平均恢复

小时

备用通道: 有 / 无

介质:

已冗余的关键点位: 学校 / 卫生点 / 公共中心

物流

微型枢纽: 有 / 无

冷藏: 有 / 无

产品定期外运: 每周

次

包裹自提点: 有 / 无

该方向空驶比例

%

管网

接入点可用容量

千瓦

接入办理周期

个月

供水管网损耗

%

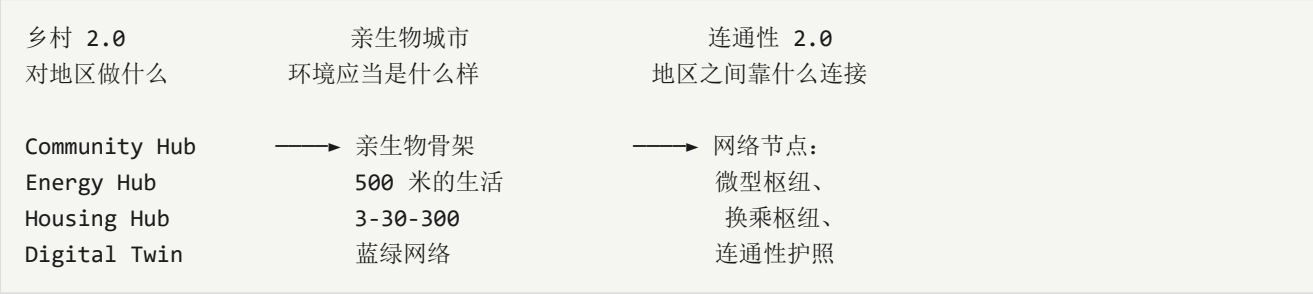
护照依据路线图第 1 - 3 步的结果填写，是地区纳入本纲要的最小数据集。空白栏不是表格的缺陷，而是尚未测量事项的清单。

附录 E. 术语表

连通性	网络在可接受时间内把人或货物从一个节点送到另一个节点的能力；该量不可加——不等于各要素之和
日周期	规划单位：对人是“家 → 服务 → 家”，对货是“生产 → 集并 → 市场”
当日可达性指数	在现行时刻表下，通往相应层级中心的周期能在日照时间内闭合的居民比例
等间隔时刻表	在枢纽把到达与发车统一到每小时的固定分钟，以保障换乘
L0 / L1 / L2 / L3	聚落骨架的层级，按功能与可达时间界定，而非按人口
DRT	响应式交通：按预约形成出行，路径动态生成
微型枢纽	设于 L0 既有公共建筑内的收货、包装、冷藏与自提功能
回程装载	利用原本空驶的返程承运顺路货物
冷链	从生产到消费者不间断的温度条件；其价值由最薄弱环节决定
上行带宽	信道的上传速率；决定其对视频、远程医疗与远程办公的适用性
INFRA FIRST	工序次序：计量与损耗 → 容量 → 备用 → 接入 → 开发
聚落体系的数字孪生	把人口、服务、交通、货运与管网约束等图层相连并自动重算的网络模型

附录 F. 与另外两份备忘录的关系

平台的三份文件构成一个整体闭环，且被写成可以独立阅读而互不矛盾。



共同原则	在每份文件中的体现
以功能取代体量	乡村：以功能利用率取代平方米。亲生物：以可达性取代绿地面积。连通性：以周期时间取代公里数
工序次序	ENERGY FIRST → INFRA FIRST：容量与管网在开发之前确认
连通性重于规模	亲生物：生态廊道重于公园面积。连通性：节点重于公里。乡村：500 米重于公顷
指标公开	三份文件皆然：没有人能核验的指标，没有理由保持诚实
先测量后花钱	三份文件的第一步都是事后无法补做的基线测量
结果的归属方	乡村：地区运营方。连通性：同一机构加交通物流职能。亲生物：有明确责任人的养护预算

三份文件在物理上重叠之处

《乡村 2.0》中的公共中心，同时也是本文件中的物流微型枢纽与最后一公里节点，而它前方的广场则是亲生物骨架的组成部分。这并非巧合，而是三份文本共同前提的必然结果：在小型地区上，只有复合功能才可行，因为单一功能它养不起。