

doi:10.3969/j.issn.1672-4623.2023.01.002

ALIVE :智慧城市多源感知数据价值体系探索

杨丽娜¹, 池天河¹, 彭 玲¹

(1. 中国科学院 空天信息创新研究院, 北京 100094)

摘 要:

10

5

关键词:

中图分类号: P208

文献标志码: B

文章编号: 1672 4623 2023 01- 0007 07

ALIVE: Smart City Multi-source Sensing Data Value System Exploration

YANG Lina¹, CHI Tianhé, PENG Ling

(1. The Aerospace Information Research Institute, the Chinese Academy of Sciences, Beijing, China)

Abstract: Urban multi-source sensing data contains great value. It is an important data asset for smart city construction and a key factor in shaping a new pattern of urban development in the future. However, the current multi-source sensing data of smart cities is generally characterized by “large data volume and weak value discovery”, it is difficult to meet the demand of urban governance for high-quality and in-depth knowledge services. In order to solve this problem, based on the ten years experience of Sino-Singapore Tianjin ecology city smart city data aggregation platform, we proposed a smart city data value system framework theoretically from five aspects of data aggregation, link, insight, vitality and extension, aiming to provide ideas for the high-value application of multi-source sensing data of subsequent smart city construction.

Key word s: smart city, multi-source sensing data, value system, data aggregation, data link, data insight, data vitality, data extension

城市数据是记录城市自然环境、社会经济、人类活动等多源要素的重要载体, 承载了城市对象从衍生到消亡的全生命周期变化, 蕴含着巨大价值。随着感知技术和计算环境的成熟, 基础地理信息数据、公共专题数据、实时监测数据等多源感知大数据在城市里迅速累积, 其中基础地理信息数据包括影像数据、矢量数据、地名数据、高程数据、三维数据、街景数据和国情普查等; 公共专题数据主要包括人口、法人、民生兴趣点以及宏观经济数据; 实时监测数据包括生态环境、自然资源、交通运输、城市管理、综合执法等领域的群智实时监测数据信息^[1]。

在城市数据信息总量急剧增长、数据类型多样化的背景下, 建立智慧城市数据平台、实现多源感知数据的高效管理应用得到了各方的高度重视。2014年国家八部委颁布的《关于促进智慧城市健康发展的指导意见》^[2]明确提出“加快推进信息资源共享与更新, 以城市统一的地理空间框架和人口、法人等信息资源

为基础, 叠加各部门、各行业相关业务信息, 加快促进跨部门协同应用”。2015年国务院颁布的《促进大数据发展行动纲要》再次提出“加强顶层设计和统筹协调, 大力推动政府信息系统和公共数据互联开放共享, 加快政府信息平台整合, 消除信息孤岛, 推进数据资源向社会开放”。2019年国家自然资源部发布的《智慧城市时空大数据平台建设技术大纲》^[3]对智慧城市数据平台的重要作用进行了明确定位, “它既是智慧城市不可或缺的、基础性的信息资源, 又是其他信息交换共享与协同应用的载体, 为其他信息在三维空间和时间交织构成的四维环境中提供时空基础, 实现基于统一时空基础下的规划、布局、分析和决策”。2020年《中共中央、国务院关于构建更加完善的要素市场化配置体制机制的意见》首次将数据作为一种新型生产要素纳入到中央文件, 充分说明数据已从社会经济发展的助力工具转变为核心动能。2022年《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和

收稿日期: 2022-09-19。

项目来源: 天津市智能制造专项资金资助项目 (20201198)。

2035ñ ŷ+•(5 Ò Ù·!b p>œ Û Ðˆ áø
&X-ô04/x³]\$áÉœõ*,s <
áÉœõ7g\$y ÿl œõõ® œ Û Ð À Ě x³
2®1%œx 2NáÉ&X³aL ì
+ ' < %áÉœõð;\$y™G•I _!_
u 'X <\$P64/ [4-6] ÝJ /p]\$ŦÓ%+...
6Ěô0ĚXç©^ ÐF7œõÃGQ <*áÉ
2, {œõ à...6¼ -œ#ô0 < œõs
ÐÚ0-+GÐ-0 < êò 74U17œõ"
\$ÐF*ÐðE™k pŦ7Ž ŷkP¤ à:<Ð
XçKd0 <%ok Ü]\$ŷ '‰ð; [7-8] <™
'‰+G³u½ <>QŦ•MÝŠ ‰Â-êW
T!~œõ*. À*0'‰(« < : ,x
ŦĚ*, y '‰ ì l-F' %áÉœõ
ð;\$yÂ(iŦŷFœ <máÉœõ2N, Ě2Ü
ĚĚ24-Ě7:4 Ě3d Ě3ŸRĚ¾ŽÐ ±
¬<Kœõ6F xÛNŷ\7±1 <[[Ú™ pœ
õ³Ù2 ĚHØ&? ŷ õ KF'•B\$y*œ
õp/...•x ŷ VM HØ&¤ës Ðžs¬
0vu] <1>%ŷ%œĚ- %áÉ2, {œ
õ3HØ xz¹z ì
Ý Ŧe!ãF' %áÉœõð;\$y'ð <
1<3³ áÉœõ p2ÐŷÝ(« %áÉ\$
y kK½ D•^! <4 /0vNf!bŷŦR
o%œõ¼ Ě/ Ě'" Ě_2Ě"" 7'f
%áÉœõ2!HØs <ò1ž0v³uF©
x Ö³8(v-á %áÉœõð;\$yÖ <a,
\$ ŷt‰ÂèN x-œõ '‰ <òÝáÉ
kKD•ka!~ŷœõ,] ì

•>hĚ\$ i€2(+±²â

%áÉœõ2!HØs ALIVE %ŷ³Fŷ
%áÉœõHØs -Ŧ‰x^ 7'f <¼
Ě/ Ě'" Ě_2-"" ì

1.1 > Ý+ œõ¼

æ %áÉœõHØŦ‰x5,B ì >
Ý+ œõ¼ <væ™œõ '‰-0 Ě
-½<1kĚ™¿Nœõ,Ö 2 áÉ œõ/
p©Nö [ä K™ŦP Ŧ œõ...64/ <æ
%áÉœõHØs x5ò"-ê5l« ì
19œõ. ì '‰x øž œõ. <e^
MFfkK áÉ % ì %áÉœõ¼ #7
±\Ý p ŷk _Ž1]ç ì

Ž ¼ œõ P5± \

ê <œõ Ü p É d ŷl áÉ2, {œõ
W" 0 {œõ 8ò" 0ŦĚœõ Ě3kñ P
U÷œõ Ě Û © l Uœõ• 9Ě Š«œõ 8á
\$p\ Ěv- Ě ö Ě ~x³• 9Ě ¬
{œõ 8 /ô/"= Ě "= Ě^,"=
•9Ě êW {œõ 8 /V! Ě /bà Ě»Ùŷ
n•9•<œõ•l™œõŠ•2-½ Ě 'f
õ®½ Ě-09v•½ Ěö :4 K½ <
p ...l... ŷ-s Ð-0 ì

\$R<OFÍ p 7% ŷl F' %áÉ\$
yÖ<ò9ÐáÉ-0 NGÂ/øê OFÍ"
h•a,= .FÍ <•dáÉœõ¼ <¿
(É¹áÉ ê l 0œõ < lÉ¹ aò9
.œõ <_ . Žœõ Ě •¬μŷnœõ Ě
yŦ àœõ• ì áÉ .0l œõò QŦ
OFÍ³u <œõ ê7%-ÃŠ.a ì

2R<ÐÍd p †/ ŷl l t áÉ*õ
8 Ě Ě Ě¬Ě7:9•fÙ/áv•V
9:d <•dáÉ*õö Êq pŦ¬Ŧ‰ŷ v
àiŦf‰ <òl:^Æ]¬ œ(0!œõ </
q9¼ áÉ*õ v•†/-0 </ù9¼
ÐÍŷt áÉa@ka Ě:d&-ØˆD• ì
29!f~6 ì œõ¼ ¹zŦŷ5%ŦRã\$
œõð;ò"yŦN,]É¹ OracleĚPostgreSQĚ

KafkaĚHbaseĚ G•™. áÉœà P62,)]œõ <3
<_Ž2]ç ì œõ¼ l«É¹
œõ / Ě G¼[•24/ <,ÆžÓœõ
JìÓœõê ÛJ Ûœõ z ÛNe <NÐ*
†/¬J Ð³ œõ àœõ¬® =-¼ l
«¬ h® <³)œõ¼ øž¬ Ě"Ð¬-%
œ¬ì¼ l«\$kÓx:<Ð μ' /]\$-6-
Ð-0 <•il«-0ç:#Ð &¼ ÀÃ
-Ě"Ð»žĭ" ì

1.2 >{•Ý°2 Ŧ Ě/

l-œõ¼ ¹z ŷ¿N©N ½œõ

Ž œ õ ¼ ~ 6³ u

/ < mœ i á É | œ õ . Ú™ œ õ ã` E
 ~ Ë Û 3 Ç¤ < l l 5 / pœ õ ô 0 ! ã œ
 õ Û <™ (! f ¶ Ë < ò > d Ý ò " < l œ õ ç
 í í < ê œ õ / < Ý P] œ õ H Ø & Ø
 U ÿ ò " ì
 > { • Ý ° 2 ê œ õ / < æ ò V œ õ
 Þ s § Ë > { • Ž ç Ý ~ 6 c • Ë } x : 4 ¥ æ
 ê ù N œ õ í ! ¬ ¶ Ž ç 7 : 4 / < _ Ž 3
] ç ì ñ : 1 l ä % ì ¬ 0 !! œ õ À Ð Ý ±
 \ Û ì Ë 3 ! 3 Û { • < / ê Ý á É œ õ
 x ! ~ % % † - ø ^ < © ^ - { • ê ù
 ^ ! ì

0 ò " y ¶
 Ê ò ð ð
 Ê ò ð ð

Ž œ õ / ç Ž

á É ê œ õ Ž ç] \$ < Þ 5 : / F í ! -
 Z ¬ ! Ì Ó ' f K c ' X ì
 19 F í ! ì ¶ ' f < * d F í n µ ¶ Ë
 c F í œ õ < / Þ ¥ æ L a - n µ L a ' í \$
 d F í n µ ¶ Ë < ò ò Q ¶ ò " 0 ¶ Ë ³
 u < c F í œ õ F í Ð < _ © ò L É 0 ! ¶
 Ë < f z v F > L É 1 ! Ý á A 5 y Û œ
 õ K 2 ¶ ' f < k a l F í œ õ * õ E₁ À x 5 á
 É ò " 0 ¶ Ë 5 E₂ 8 ° Ë \$ ' Ë J x • 9 ç
 í F í n µ " g ! R 8 É d Ë 0 u Ë 0 • 9 <
 } x F í k a ' í ò \$ ` F í œ õ * õ ç í {

• » 7 (E₁~R~E₂) < ê / 0 F í d \$ ` á
 É * õ { • Ž ç ì
 29 Z ¬ ! ì © ò œ õ Û • ç í 0 ! ¬ < \$
 ` œ õ ê ç í ! ! ì™ œ õ Û 7 ð E ½ <
 : © ò œ õ ô 0 ç B < / Þ È ÿ Ì Ó œ õ ê
 8 T₁ Ë T₂ 9 0 ! Z ¬ Û • 8 T₁ F₁ - T₂ F₂ 9 < ¹]
 \$ œ õ ê ç í ! ! 8 R' 9 K m™ Q Û á É œ õ
 À ð E ½ < ¹ ' / œ o ½ Ä Û b q < • d :
 © ò ô 0 P œ õ ê Û • œ õ ¶ Ë < } x 4
 Û ' _ª Ì Ó ê Û • ç í 4 0 j < / ê Ý
 œ õ ô 0 ç] \$ Z ¬ ! ! ! ~ 3 0 j Z ¬ Û
 • Z ì • d < \$ ` œ õ ê ç í { • » 7
 (T₁ F₁ ~ R' ~ T₂ F₂) < } x T₁ F₁ T₂ F₂ % › M G <™ Ì Ó
 œ õ ê 8 T₁ Ë T₂ 9 Ö | • % % ! ! œ õ m G K
 2 } x / á 0 J R 2 R M L á 0 : v 1 F] Ð !
 œ õ m G á 0 Ý R D F s œ õ 4 Ë < / ê i • ¶ t ^
 ê \ Z ¬ œ õ ç í ! ! { • » 7 < / Z ¬ ¶
 Ë d \$ ` á É * õ { • Ž ç ì
 • y Ûª / 0 F í œ õ 8 h % % V t F í
 Ž M - Z ¬ ¶ Ë êª Ì 7. < • d > 0 F í œ õ
 Ý i 0 < á É * õ F í { • Ž ç - Z ¬ { • Ž ç :
 Ä Š · K * ì
 1.3 > H Ø Ý - S k a ' "
 ™ ¼ ô 0 á É ê œ õ P < / Þ œ õ k a
 ' " ¶ e í \$ d™ œ õ Ö { • < F Ý % á É
 œ õ H Ø s x 5 ~ J ì œ õ k a 4 Ë / á : k Ý
 4 Û J
 19 • d 4 Ë < Þ 5 x ò * ç á É
 à Ä Ë : d > " 4 / ì ¶ Ë ð E ½ < É¹ 3 k a
 ' ì ò ì Ë • k a < 1 á É ì ¶ Ë • œ õ à 2
 4 / : < Ð ê ù < ê * ç \$ - µ ± \ À : d < _ /

p*ò Fíª© c:Ŧ=Q_œõ àFÍ:<
 Ð<:/9ìçáÉ4‰. / 6ðE K™ 0
 FÍ¼JfáÉ „ðœõJb »Ñ œõ p P
 Aú;A ŷ FíkÊA Ž < BáÉ pðâ
 ðE^[9-10] Kò /' œõ <vFÊqĐÍ*Ð U
 ,KSŽ- ' •FíkÊŽ <³FáÉ /'
 2 4/ÀFÍ±\ ^[11]ì ó 2È•ka < *2Ó
 È• Nz x £ÿ4/ àkÜ•~ <_ /pQ_
 †ê 's£•œõ œÙ-A <òâ< †
 ¿NÜÈ- /MG < ê*Ož£†B] àkÜ
 ka^[12] Kò P U÷œõ!(áÉñ 7%Ã¤ <
 ò1\$ÀêWB?È•œõ àFÍ.ªka <*ñ
 kÊ êW ð¬ àkÜ•d ^[13]K}x÷É »‰
 œõ-êWB?œõ Üi• ¬V FÍ³kÜ
 ' / ^[14]ì ô kKÈ•ka < 12ÓÈ•ÀÐÝŦÓ
 kKÈ•*áÉ|Ŧ±\ à³s•H <É¹È•T
 \$ÈÈ•cSÐ ÈÈ•ÃÙ(Ð ÈÈ•>xyµ-ª
 >kK•e <_}xáÉ c:Ŧ= È /ô/ È
 Š«*•2, {œõ}\$Éd / È / ÈL
 ÉÈ÷ÉÈ\$y•2Ód áÉ2!kKka4
 È<ò}xÃ ik-„>0FK ' <Ý‡Ód
 ½ _ªÈ•yµ>x <2/p TOPSIS' 1
 áÉ 0Fíª©>kK2!œØ ^[15]<#;™ ÐF£
 ŷ½}x p »dc® ŷ ' /Mõ 9 XçáÉ™
]ÐFÖ 2!*Ð ì
 29 „±& 4È <žx 1áÉĬÓJ2ÓÈ
 •) QŦka£ÿ <}xœõí c•& È•í
 0! È•f•! <*áÉ àÃE"\$!f•
 à& À„±•a ì ' _ </pœ(ãJ ~ \
 H- /yŦœÙ È•!žyŦ o •È• àF
 Í:<Ð-•Eka < BU½\H p5• ^[16]K
 1©õç »‰œõdª î ‰œõÀ ±\ È
 p\±\0FK </p•Ekai• ^ñî ‰
 ¿) p5 • ^[17]ì
 39 4±"=4È <žx ©õáÉ =mG\$
 ` " =4È <*±ÿMG 2NáÉĬ°J àðE
 à4±-"= ì ' _ <ò áÉ / ÈB?È
 /œõ <Óx#:çcª - CA-Markov4È'
 XáÉ2ðÿ4± <*ç2NáÉx ðE ^[18]K1
 = òœõ-bAœõ0FKzÝ±\•Ô <Óx:
 gâ÷J\$44È"=âë¬Ĭ ĬPM_{2.5}´ð• ò
 ðE^[19-20] K/p*³:®ð[fðE-Ĭ ã ÃE
 Q_ <vF#ĐÍ \$ •œÙ <ò\$`0!"

=4È <ÿL³:®ð™9F Ü [fU, ^[21]K1
 â»Ĭ°ÐFkÈ È ,Ĭ° È,®Ó» ù±¬)
 Û±ô&4È <4±i•,®Ó» , r"= ^[22]ì
 49 Q;D•4È ì ê* %áÉ\$yÀ&XÖ
 fÙ yŦÈL È¹-‰+\$! È»Ù à»
 •'f Q;D•Ĭ° <%ê*¬]\$UÐ4È <
 ò à ^_ª <!~¿N&X£ÿ½ UÐ' ' <
 Ø-ªÉB?œ Èv- •2+•"â:Æ]&
 Xì ' _ <ò ãñ / È /x©-(ã:]œ
 õ<>Ĭ°A•(äyŦ :ù¬¿)#4ÐÝ+
 • <ÓxáÔÅUÐª °L <i•(äyŦÈLU
 Ð^[23]K}x™— }x* »‰Ž <ò AÈ0v2
 FÍ2!4ÈK0•ÿÿ9FOžA žô4‰-
 ÈLUÐ'S ^[24]Kò GISFíœõ>"êWB?Q
 _œõ•'Xò h&/ª — }xUÐ µ <
 § — }xœÙF]ÀFíÈLS:Æ]'S&
 X^[25]Kò b »bàœõ6 <2 »Ù ©N
 • <•ÿ™¿ §ñ ðE½(«]‰°-]Ĭ
 #4»ÙœÙ ^[26]ì
 1.4 > xÝõ® («_2
 ™fS(« s F] 8SOA9 Ö<(« /áæ
 ÈŦ7:/p•M / 8Web Service- Rest Ser
 vice9 -VÈ[+èk àzç œõ. JÃG©
 ^^[27]</êù•,ÆkÊ/)] Q qz + ì
 zÝ %áÉ œõ <œõð;‰‰(«
 1È z È-0 È» È" •"v^! <:ÝáÉ
 2Ó Q!~QŦ•M œõ x(« <¿(^7ç
 oĬ x Q œõÓ6ô0F4 È%œ!ã Q
]\$œ < %¬ MF/œõ¼ •(« x ø
 žÆ >"o %x á¬:f <³)œõð;‰:
 vÁ ®! ì
 }xœõð;]!~ ĬÜœõ(«:3]\$
 áÉ kK x£ÿ Q ì ' _ <³:®ð/Ĭ <}
 xœõð;]!~ êÜ / È /»Ù ÈÜ.LÉ È
 ¹ Ŧ¹•2dœõ(«]\$6-„u È² ka
 Ŧs ®ðø Q <:Ý®ðøMø !~x
 œõD• â ì
 1.5 >&XÝ•• s " "
 %áÉœõð;\$y <Â/ p k~\$y ŷü•
 &X• p6 \$y ŷü• <™œÙB?\$y£ÿ½ <
 vW Ŧeÿ p Å \$y ŷü• <•Š ÈL
 ÉÈ T•2' /p \$ - „œN ð;
 œ^ UÐ!ã ì

Ýÿ %áÉ\$y³••N <I™ ¶
 e= œõò" Ë2ÐŠ x NÐ <™•Ms
 Ëö _ Ë-0:4 f³)½ <fSáÉ
 OžĚLÉìn-•:]!~ªU •Mœ
 ò («-3HØœõþ> , <m2 ~?%oLÉ
 þ <x\$U œÙ,÷ <i4 %áÉÅ
 x³ ÿì

u,-A/£

2012ñPÖ³8(v-áÆ]¬UÐ]\$ÿ¶R
 %áÉœõ¼ («ð; ìžð;òkÉ/3¬

^œõÚñ <>ÐF¶7ŽÝò" </þŽM
 Ðµœf kÉ)] êœõ*,3œ¼
 À^ô0 Kô0P œõ <™ '%o+G³u
 ½<>Q¶•MÝŠ %oÂ-êW T!~œõ*
 . À*0'%o (« < : ,x¶Ě*,
 '%o ì NÐ<}x7œõka'"áÉa®:d <
 Ý--!~D•¶Ě,] ìð;þs\$y. _Ž 4
]ç ì

ð;/ ALIVE œõHØs 5Ó'f'Xÿ
 t¹z <_Ž5]ç ì™¼ 'f <Êqþ ...l
 ...ÿ³s§ < ÿv-á8F ¶sÐ

•M
 :4
 Å
 ö
 •"

Š xY

xYN

TxY

LÉxY

ð;
 d
 («

xN

*

*0'%o

7œõka

œõ
 -0
 ..

ð;N

ö
 -0

œõ¼

œõô0

*-0

d-0

œõ,-0

êô0

(«*-0

(«d-0

l«-0

ÙÜ%o

œõ*-0

Qd-0

œõ
 -0
 s

l«f

q•q

œõ*,+G

"\"vµ

xY
 -0

òkÉ/3¬^œõÚñð; /(«

œõzç / œõQ_ / œõ%o' / Fíœõ (« Åœõ (« ¬œõ (« ò"Fíka («

ð;
 "

œõ

œõN

'%o
 :4

Ž\$y

Å,
 -0

x

¶7Ž

kaF

'%oœ

õ

œõ
 ð
 •M

œ

õ

*

ò"

-ê

Š« Ž U÷ Ž

©N
 "g

ð0

/

Fí

ù9

B?

|'ô

:r

o

%o+

^,

/

2.5d

Ž

ãÿ

Ž

œõ
 :4

|

N,

lÓ

xQ

|œõ

Ù©lU

. Ž

Q_
 ka

ò",]N

+J
 -0

œõ
 («
 •M
 :4

œõ ÅG

kÉ/7œõð;7G

Fíœõ

Å

G

PostgreSQL.Úœõ

Hbase

Hive

Spark

GIS Server Image Server

œõ
 *

,

]MPPœõ

NoSQLœõ

HDFS

Yarn

Zookeeper

GeoEvent Server GeoAnalytics Server

œõ
 («
 ô0
 :4

µ

G

(«g*,

_a*,

©N*,

Úñ*,

œõ
 ô0

,

]

Ž Ö³8(v-á %áÉœõ¼ ð;u]

Ž Ö³8(v-á %áÉœõHØu Ffç Ž

ê 5 œõ¼ ^| Ì T⁻ 2022ñ7\$ <œõ¼
ð;Â¼6ÿĐÍÿt 3kñ P Ë Ù©IU Ë
áÉãÿ ËŠ« Ž Ë2.5 d Ž ËÑ!ÿn Ëc:
¶=•2, áÉ {œõ <òÀv-á 28Ó%Àìn
702R¶ËĐ Q àÿÃŠ* <W"œõÐª
22ÜËœõmG 50"M Ì™/ ´f </pœõ
ô0-{•™(<©õFÍ! -Z⁻]\$ÿf
S / ËêÜ {•Žç <y ei/ÿœõçÍ
Í <ÝáÉœõ%›!~ÿ %† -ø ^<
Ff Ì™' "´f <ð;/ Ë / Ë°£ Ë“
1Ë^,•2Ód \$`ÿœà%áÉa®È• <ò
MF2/Ãªka•v <Ýv-áù9D•!~ÿ¶
Ë,] Ì™_2´f <ò :4Đœõ z6- <ð
>ö œõ(«´/ <Ýv-ááÉ7g Q Ë
% /ð; ËCIMð; Ë %VøkK-0ð; Ë
%êÜð;• 19R x Q!~ÿœõ,] <ò™
2020ú2022ñ ~‡®¹zÖ&ØÿkK£ÿ•ø
]\$ x5zx Ì™" "´f </pœõ'‰ð; <
1%+ '‰MG œõfSêW T!~(« <òÀ
2Ó•. •:]MFœõ xKz <1v-á œ

õHØS øê -êÕ‰ Ì

4 A

%áÉœõ2!HØs /¼ Ë / Ë'
" Ë_2 Ë" 5Ó´f³F]\$ÿáÉœõHØs
ÀÕ% x^ 0v³u Ì \$Ö<¼ `Mœõ
"v!° <žxáÉ2, œõ Ó6-0À7
:}Ñ <æœõœ(-0 x5c• K/ `[i
œõ Í!f!« <™Q¶ĐF³u½]\$ŽZ
¥æ&2! œõV© <ê,Æø4% Ë†NR
œõÜ u K'"Kx Óx2 œõka4Ë
-_ª´ <Í œõ \$dHØ <æ %áÉœõ
HØs x5~J K_2/ fS %áÉ!‰
x <™kœõ ð;!~•M:4-&2!ø 2
,œõ(« <òÝáÉ kK x£ÿ]\$!~•ø
3œ LD´´ K"v fS2N %áÉ p Å
\$y ÿ4/ </pŠ ËLÉË T2´\$ -
,œ œõð;UĐ <¶e &áÉœõH
Ø<!ãáÉ&Xœ^ Ì
fS2N <œõð;\$yzÝ¶‰x5³ò

- \$ < æ á É \$ y - œ Û B ? & X x 5 ò " Ì \$ k l
% á É œ õ ð ; \$ y ^ M Š ¶ • c ® ½ Ě Š
Ā , 7 : ½ < 6 F Ā { • á] % % L - - '
r - † N : r y _ K ò ^ M ¼ Ě / Ě ' " Ě _
2 Ě " " 5 Ó ' f k e ¶ Ě Æ] ® Ě < U Ð <
/ ê • á É œ õ H Ø i > # 7 - & Ø Ì
- ĩ50 ´ ([
- [1] M N < } > . % á É Ð F 7 œ õ ð ; ½ - h * , Á '
- 0 Q ā Ā ‡ 4 [J]. = J / • 2020(11):155-157
- [2] z ç ĭ Ÿ . % • K p & Ñ ! § % á É ā & X
Ě - 8 ¶ [J]. \$ y ~ 2015(5):14-17
- [3] z ç ĭ Ÿ . - h * , % p & ³ Ÿ % á É Ð F 7 œ õ ð ;
\$ y ~ 6 7 ([J]. ‡ F ¹ - 201939(1):94
- [4] ó ā < V . 8 k % á É Ð F 7 œ õ ð ; \$ y : >
Û Ö É Ÿ ' [J]. b Ě • — * , 202036(6):73-78
- [5] x t c < ³ Ě 8 ñ < . % á É Ð F œ õ ð ; y _ Ā
[J]. = J Ā F Í 0 ¶ Ě 202245(7):15-18
- [6] ‹ \$ † < L I < Q < . f S % á É GIS ³ u [J]. f
½ 7 ā ā • (¶ Ě ā Ÿ) 202045(12):1829-1835
- [7] ĩ Ě . % á É œ õ ð ; s F] k a y _ Ā
x [D]. 8 (: 8 (7 ā 2014
- [8] C Ā . ò Û ° V ~ 6 œ õ ð ; [J]. © N ö
~ 6 Ā x 2022(6):64-65
- [9] v „ < < 4 ? . ò c : œ õ • ~ ¼ Q Ö v á á
É F Í F] [J]. á É : r ā n 2014(6):61-67
- [10] LONG Y < Thill J C. Combining Smart Card Data and
Household Travel Survey to Analyze Jobs-housing Rela
tionships in Beijing[J]. Computer Environment and Ur
ban Systems2015(53):19-35
- [11] ZHAO P J < HU H Y. Geographical Patterns of Traffic Con
gestion in Growing Megacities: Big Data Analytics from
Beijing[J]. Cities2019(92):164-174
- [12] ZHANG S < ZHOU W. Recreational Visits to Urban Parks
and Factors Affecting Park Visits: Evidence from Geo
tagged Social Media Data[J]. Landscape and Urban-Plan
ning2018(180):27-35
- [13] Nesbitt L < Meitner M J < Girling C < et al. Who Has Access to
Urban Vegetation? A Spatial Analysis of Distributional
Green Equity in 10 US Cities[J]. Landscape and Urban
Planning2019(181):51-79
- [14] Dolega L < Reynolds J < Singleton A < et al. Beyond Retail:
New Ways of Classifying UK Shopping and Consumption
Spaces[J]. Environment and Planning B: Urban Analytics
and City Science201948(1):132-150
- [15] ZHANG Y < YANG L N < WANG X. Urban Vitality Analysis
of China-Singapore Tianjin Eco-city Based on Multi-source
Temporal-spatial Big Data[C]2021 International Confer
ence on Transportation, Automobile and Urbanization (IC
TAU 2021). Hohhot, China2021
- [16] HAN L < WEI Y D < WU Y Y < et al. Analyzing Housing Pric
es in Shanghai with Open Data: Amenities Accessibility and
Urban Structure[J]. Cities2019(91):268-272
- [17] Z A < C \$. p Û Ā ^ ñ Ĭ % 0 ! - • B : >
¼ Q O ³ F Ÿ ' [J]. á É : r 201741(6):83-91
- [18] ZHOU L < DANG X W < SUN Q K < et al. Multi-scenario Sim
ulation of Urban Land Change in Shanghai by Random For
est and CA-Markov Model[J]. Sustainable Cities and Soci
ety2020(55):102045
- [19] l e Ā < Ø w . ò # : ç c - ò œ P M ₂ s C •
" = [J]. _ ^ : ¹ - Ā x 201955(2):213-220
- [20] HAO Z C < Singh V P < XIA Y L. Seasonal Drought Predic
tion: Advances, Challenges and Future Prospects[J]. Re
views of Geophysics201856(1):141-147
- [21] Paul R < Arif A A < Adeyemi O < et al. Progression of COV
ID-19 from Urban to Rural Areas in the United States: A
Spatiotemporal Analysis of Prevalence Rates[J]. J Rural
Health202036(4):591-601
- [22] 7 * < Ĭ ā < ¶ ç < . ā < Ð F k Ě , ® Ó » ,
r " = ' [C]. Ö • , : ¹ - ā W , Ĭ Q - ® Ð Ā Ě
• • W » R » R W k 2013 ñ ā 6 6 W < Ĭ 2013
- [23] ě T < O < X ± H < . ò ð # 7 Ð + • 2020 ñ
Ñ É (ä y ¶ Ě L U Ð [J]. 0 ā X 201534(12):
1609-1616
- [24] x B Z < Ĭ X X < ç < . ò A Ě 0 v 9 F O Ž Ā Ě L
U Ð [J]. 9 É ¹ - ā • 201430(8):192-200
- [25] YANG L N < ZHU A X < SHAO J < et al. A Knowledge-in
formed and Pareto-based Artificial Bee Colony Optimiza
tion Algorithm for Multi-objective Land-use Allocation[J].
ISPRS International Journal of Geo-informatics2018 <
7(2):63
- [26] Vazifteh M M < Santi P < Resta G < et al. Addressing the Mini
mum Fleet Problem in On-demand Urban Mobility[J]. Na
ture2018557(7706):534-538
- [27] Bichier M < IN K J. Service-oriented Computing[J]. Com
puter200639(3):99-101
- 0 Y - % 520 - Ø U Ÿ O B š 81984 ú 9 < ĩ " < • • B • < ¾ • Ž
² ā ¶ 7 ā ā % k ç z Ç ā ç < • B ' S Ÿ % á É
F Í ¶ Ě k k 6 F Ā Ð F ^ _ ^ Ì