Ôd J } : ãââã/æåéå äâäå) âå/ââåë/âé

Àø¦ «RF¢•Z[A›/múï

J Ç $\bar{}$ åì Å , $\bar{}$ å[$\bar{}$ $\bar{}$ å§ ,)1 åï , å¾, @

(兰州交通大学 交通运输学院,兰州, éåââéâ)

> ò!ÿ!"!/# !ÿ õ\$ñ ø

!: ü"!/# ! !! à!" & \$! \$ #! ! ! ! !! \$! &àñ& ! ! !" ! ! ! ! ! \$! ! !"! àð !! ! "!/# %Š !!!# & à !\$ ñ ! , ! ! ! \$!! Š !! ! !& # & ! Š # & !. !! "! ! Š !\$! à \$!!! ! !. ! !\$! & & / # ! ! !\$,! "! ! # & ! Š / # ! & à ! à !!! !!

má ± ú : äâäå/âæfãè, , , , , , , , Ñ a · : !! : áá'!%a !à à !

Â\#:国家自然科学基金(éäãèãâäæ;甘肃省教育厅"双一流"科研重点项目(ö û ü/âæ

[%]CU•: 贾锦秀(ãëëë ß), 女, 山西晋中人, 硕士研究生, 主要研究方向为交通运输规划与管理。 ô/: %ãäïãèåà

Z' U•:朱昌锋(āĕéä ß),男,甘肃天水人,教授,博士生导师,工学博士,主要研究方向为交通运输规划与管理。 ô/ : ' "ââaï āèàà

```
ú&$ ó $ ! !ôø ô"!/#!!ôŠ
!!
```

, , «RF¢•Z¦¶‡@[:G F¢•Zª • \circ åG [A \circ / måù Ø \circ ~ F¢ • $Z # e \mid ce^{3} \ddagger \hat{e} z O \hat{a} t \quad [A \rangle / m@q \hat{a}$ à w[A ^a • Ц – ZT·å q «RF ¢ • Z ¦ @[¶ Ø 2 j mê [A> / m | ú | | + ú + 2 | # Đ À ¢ • Z 6 Ø åÜ # 9 ‡ • Z ¦ @[å‡ t Ñ • ã/å 8 T 2 F¢•Z6ئ / må ĐåÜ Zª ãt í h F ¢ • Z [A Û f / m \downarrow Ù ... – Z z Î ê - ì ^{a ä} è úï ÛÑñ`¦ý Ŝ @ð\\$ Û œWò¦-Zê O % 剕 ÷ a å À m@w[Ašï¦> Ù ¦Joåzì yÙLAfƫŠ™ê Ϝïê° ZÃ > / mWòj R™Û`®X¦ N»U©åÔE æ¢ç Àî 2ï Ù∫åzì $F \not\in Z[A) / m \stackrel{\mathsf{TM}}{=} 9 \ddagger J \circ \P \bullet ...$ â [AØt¦Oå"ª è 5 À#؇™_ í 1 ™¦ G"*ô?s ™êÔE é/ê Jo [Aé`ü...Û¦,™åzì À#eïðѦ › / m\ \$ Û` ö § • : Ù ™ê [Ò#5 ^{a ë} \grave{A} 2 \grave{A} \grave{U} f N_{-} \hat{U} \acute{y} / m $^{\text{TM}}$ \hat{E} ¦ MI NWò åÚ —[5 • _ Is f A ê N; À Ž[Få@ ¤V› /m@qP ÙÏ z¦/ši ™%=XŒ©ÀíhF¢•Z [A> /m@q¦úïĐê ĐåŽåªã³3‡ _ Ì /Ì š /ì ° á " ! / ! / # åøâ $l / \check{s} i \quad ^{TM} z \quad \acute{i} \quad h F \not c \bullet Z [A \rightarrow /m]$ $^{\mathsf{TM}}$ åt \rightarrow $^{\mathsf{a}} \bullet \mid -\mathsf{Z} \grave{\mathsf{o}} \quad \ddot{\mathsf{U}} \mid \mathsf{X} \dots \mathsf{T} \rightarrow$ Û`• ¦ N Å @ q ê O % å" ¾ À a ãã ø ™Ð¦/mÏrÊœè úïåt [A $F \phi \bullet Z \rightarrow / m! - Z \hat{e}$ Žúï Đåúï a ü _ ‡ « a • ê Î N /ši ™ Øa• ¦Œ©:Wºlå ÔE ãä/ãå } / ši ™...ÇŸ ت• j N•Ü...Aœi/m®X¦ Ø−Zê " a ^{ãæ} / š i ™Đ ...Ç « ^a • åú ï Å « ^a A œi / m ¦ - Z ê Ü # 9 ‡ • Z C 9 Å @ [åÔE ãç/ãè 〈À «RF¢•Zª•¦ú ïå—8 åD¶ ú ï [A > / m8¶ \$ ê

IÀOå(Ô) À° a•Ùfå\ «RF $\phi \cdot Z^a \cdot \circ u\ddot{i} = aa^{f} \cdot f^{f} \cdot \hat{E}\hat{U}^{\dagger},$ TM- ÇJoåzì «RF¢•Z[A> / m ™ê j Z W`ît / m ï r éì° ï r éÛ`¬Å \acute{e} T) \mathring{U} \bullet \acute{e}^{a} \bullet \ll \bullet 2 p - \bullet $/ mT \cdot | -Z å Y [A \rangle / m|, \hat{e}$ ã, «RF¢•Z> /m ™úï ãàã, «RF¢•Z> /m ™ z «RF¢•Zª•__ ÅMN_éí > N _éhØáŽâN_éíhF¢•Zªf^[UF¢ • ZM • qGï¦w™ | a • êó«RF¢• $Z \otimes X Z W \tilde{N} \tilde{n} \text{ \'eu } M \pm Z \quad \bullet \quad a < Y \quad U M D$ ô» Zê Đải h F¢ • Z¼ " ° Né_ Fé‡ Féh Øz FéD~¶ FÉÛél • • Z ...2 ï ž` F¢#eÿÖÆUê(ÔJoŸÅMN_...í>N $_{\perp}$ [A W\ Z Ws \tilde{N} f Æå\$ f } $\check{Z} > \bullet$ - Ç → / m¦ úï T·ê « R F ¢ • Z ° ‡ a • \ Û ` ° ¬ Å å\ ö ¥Û`¦MºIåÅÖÆU¦F¢•Zª•°C ò 1 ª • åó 1 ª • ® X Z WÑ ñ · ö ¥ ê [A \rightarrow M_ \mid / mÑ/ š \mid § - Đ \mid $A \propto \P$ " w | N 1/4 å / m W \circ ^ I j _ > á âé \rangle á α â...ì \circ á â \dot{U} \ddot{U} \ddot{a} ê \rangle \hat{U} `ZW'}NŒoAÊœ[A€´«W\ì°ŸŸ É • åM"O«W ¥¦óègêõ O, Åå(ÔÀø ™úï «RF¢•Z[A› / må ¬ Å Å Wò Ã n ã ï V ê ۸š

ÿ! ÿ! ÿ"

nã, ø ™¬Å ÅWò
õàã, ø !!! !

z ø ™¦ïðѲt[òGåÃUáãâ
ïVê

Ì — ! í ß° ! !

†
í — ! í ° ! ß » !

ãââ

ï — ! í » !

```
U \oplus o_i e_i e_i t Z^o ! I Z^a \bullet \oplus i \longrightarrow e
                                                                                                                                                                          Û` (M_ ¦¬Å °ýªé/mïr°°ªå
       Ñ n M _ ¦ ¬ Å ° ý ä é/ m l r ° ° å å
                                                                                                                                                                       rô»°`Å→ ¦ì°Ïrê
              \hat{U} DM\hat{U} 09 åPj M_ \ddot{o} 48 \ddot{i}
                                                                                                                                                                                     6! Z^a \cdot > \pm \check{Z}: G^{\downarrow} \rightarrow \hat{U}^{\bullet} \cdot \circ \acute{O}
 <sup>a</sup>•åzO ø ™xÜÅå³UÃUáäâïVê
                                           ` " !Þã Í ß O ! ! Ø
                                                                                                                                                                                     į̃"φ<sub>Þã</sub> í °<sub>! !</sub>φß»<sub>!</sub>φ
                                                                                                                                              áäâ
                                          í " !Þã Í »¡Ø
                                                                                                                                                                        UĐớ° › Û`• ô°ÑñM_:•ô°
                                                 ,ÞøÞ í û
                                                                                                                                                                        ^{\circ} RF¢ ^{\circ} Z ^{a} ^{\circ} Ð1 ^{a} ^{\circ} ^{!} ^{\circ} ^{\circ}
U 	 D 	 o | e 	 o | I 	 Z 	 o | E 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 o | O 	 
                                                                                                                                                                        \hat{o} \hat{U} ( M_{-} \hat{D} | / m\ddot{l} r \hat{o}^{0}\frac{\ddot{a}}{l\dot{a}\hat{a}\hat{R}} ^{0} ! I Z
       éì° Û`¦• ôû°!IZª•ЦÛ`:
                                                                                                                                                                        • ê
                                                                                                                                                                        o<sup>å</sup> o ! I Z ¼ ò › Û ` ¼ ò N $ « R F ¢
             M" \rightarrow \hat{U} + \neg \hat{A} = \hat{y} \hat{a} W \vee \hat{N} \hat{U} \wedge N 
                                                                                                                                                                        • ZM Ц/m l̈rôý 0 1/4 ò > Û` (
ö¥¦Û`• ê+º!IZª•ĐŽ:¦→ Û
                                                                                                                                                                        M_{-} | ¬ Å \hat{o}\hat{y}_{\hat{a}\hat{s}}^{\hat{a}} 0 ¼ \hat{o} \hat{U} 1/4 $ I \tilde{N} \tilde{n}
 `• °; | Z %/ mÛ`• Ñì° Û`•
                                                                                                                                                                        M_{\perp} | ¬ Å \hat{o}\hat{y}_{\hat{a}}^{\hat{a}} ° ½ \hat{o} > \hat{U} ' ½ \hat{o} N $
 ¦¶μê(ó
                                         ôáß âí ýºˌß»ˌø̩
                                                                                                                                                                        «RF¢•ZM_Ц¬Å ê
                                                                                                                                              áåâ
                                                                                                                                                                                     || Z^a \cdot \rangle + \tilde{Z} || \rangle \hat{U} \cdot \hat{V} 
                               \int " \phi_{\text{ba}} í áý \circ_{!} ß »_{!} \phi â\phi ß »_{!} \phi
                                                                                                                                              áæn
             a • ĐŽ: ¦ → Û` • ÑÛ` ³
                                                                                                                                       ¶ 2 å
                                                                                                                                                                        ýå âß»,ø
Đ) @4 o ` ĐX`åö¥¦Û`•
                                                                                                                                                                                      6 ! I Z! \rightarrow / m ^{TMO} \acute{o}
       å6 / mT \cdot m ôĐ @4 \tilde{N} ñ \hat{n} å6 / mT \cdot w å
                                                                                                                                                                                    ÙÖÌ™¦Û`[A› /mÃn䆿ïVê
            E; ŒYÅT!
                                                    E; ŒYÅT"
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      áéâ
                                                                                                                                                                                             E; ŒYÅT!
                                                                                                                                                                                                                                                                    E; ŒYÅT#
                                     n \ddot{a}, o \rightarrow / m V j n
                                       !! ! !
   õàä,
                                                                                                                                                                                                               !' ! &
                                         E; ŒYÅT!
                                                                                                                                                                                               ! %
                                                                                                                                                                                                  ! &
                                                                                                                                                                                                                                                                           E; ŒYÅT"
                                                                                                                                                                                   E; ŒYÅT$
                                                                                                                                                                                                         næ,Ññ` → /mVjn
                                         E; ŒYÅT"
                                                                                                                                                                           õ àæ; !!!!!!
                                     nå, ĐX` → / mVj n
                                                                                                                                                                       ãàä, → / m <sup>™</sup>- • Tè
 õ àå, ø!!!!!!!!!
                                                                                                                                                                                     ãâ Û`¬Å
             Ãnæï VåÑñ` [ A > / mL°° å$
                                                                                                                                                                                                           ý í ý<sup>ã</sup> Þ ý<sup>ã</sup> Þ ý<sup>å</sup>
\backslash \tilde{N}\tilde{n} \rangle \circ \acute{E} ce\'{u}\ddot{e} \circ \check{s} f \wedge \check{l} \uparrow M ; \hat{U} \rangle
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      áêâ
```

" o ` @4 > I åý å í ãå y_s^a í âô" Đ

→ ¦-Zò å}Û`tº(M_Û`éÑñM

_Û`éñ«RF¢•ZM_Û`êM"[A>

```
@4 \rightarrow \quad I \quad \mathring{a}\mathring{y}^{\tilde{a}} \quad \acute{i} \quad \ddot{a}\mathring{a} \quad \mathring{y}^{\tilde{a}}_{\tilde{s}} \quad \acute{i} \quad \hat{a}\hat{o} \ ^{\circ} \quad \tilde{N} \quad \tilde{n} \quad \tilde{} \quad @4
                  I \mathring{a}\mathring{y}^{\tilde{a}} \acute{i} \ddot{a}\mathring{a} \mathring{y}^{\tilde{a}}_{\$} \tilde{o} \tilde{N} \tilde{n} MI • " \grave{e} \mathring{a} \mathring{y}^{\mathring{a}}
             1 <sup>a</sup> • ® X ¦ M > ö ¥ g " " è ê
 õ
                   äâ/mÏr
                    m@w[A... \mapsto M_{-} \mid / m \div 2 t
 \tilde{N}\tilde{n} r... \hat{l} ¢ rl – Z\hat{e}
                            Ào`...ĐX`å/mÏrºó
                                            ° íãß % (ß—————————)
                                                                                                                                                                                          áëâ
 UĐớ ° ÛŸsÛ`.¦ì[A
                                                                                                                                                                  ôb ... ø
ìðê
                            \tilde{A}\tilde{N}\tilde{n} aj f \wedge M \times \tilde{N}\tilde{n} A \tilde{a} a
 / mÏ r º ó
                  ° å$ Í
áãââ
 U 	ext{D} 	ext{ ó } 	ext{ is } 	ext{0} 	ext{ `N } 	ilde{N} 	ilde{Y} 	ext{ '1 } 	ext{ } 	ext{I } 	ext{M} 	ext{ } 	ext{ } 	ext{I } 	ext{M} 	ext{ } 	ex
 ° `W¼$IM_ÑñŸ ñM_¦[A
     ^{\circ} ÛŸs `®. ¼$IM_^{\circ} ì[A ô
 þ<sub>á$</sub> ... ø<sub>á$</sub> t Z ° ` ¼ $ I M_ ¦ ` [ A ...Ê
    [ A ô <sub>å$</sub> ° ½ $ I M_ ¦ ì
                  åâì°Ïr
```

̼À/mïr¦ Å[Få'©Ññr... ì¢ršì° Ïrå(ó ° å\$ í

áããâ

ä, Mét

äàã, Mé à ° ¤ «RF¢•Z[A› / m ™¦ b © å\ Ù h ° N ...h Ø áŽ âN «° ‡ ª • ° é åË } ° N ã } M éè } M éé } M éë } M éä â } M...h Ž N í h - Đ • MG ï ¦ ‡ t ª • ê õ äâãê Nã ÜC¦[A• Tè ™ (-• åú ï Ñ ñ ` Ù ` é, Z q ÿ 7 ` éã G C 3 ` é ÷ v ` ...e Ñ ñ ` C Û C ë ` é—1 ` éõ ¾ C`é¾ôC`¦ / mg,, å Ùh «RF¢

```
1/4 aoä
• Z t Mª Ãn cï Vê
     ½ ó B
                         1 M# | L
                 âFB2
                         <sup>1</sup> M$ I L
                 + Y p þ 6
      öи
                         1 M! | L
   1 M!" | L
                            ì q ¬ Ï • L
       ô 1/2 B
           ВÚВê
                        1 M%| L
            Ùh «RF¢•Z‡t Man
    n ç,
               !$ "!/#
 õàç, ÿ!
äàä, <sup>3</sup> Ut
   õ \ • $/mïr Å ™å×òÛ`
f ^ |
         Œ¦/mÏrÃnèïVê
     #-8#
                     BÚBê
     #-9/#
                               % ó B
    #- #
     #-+#
     #_* #
     #-)#
        nè,óÛ`f^l/mïr
õ àè, ÿ !!!!
   ×òÛ`¦/mÏr)j òpïýB¦
   ó+ \hat{\mathbf{U}} f éóââ/ãâóââ ... \ddot{\mathbf{Y}} \hat{\mathbf{U}} f ãéóââ/äâóââå
D + \hat{U}f \mid / m\ddot{I} r \hat{U} A \ddot{Y} \hat{U}f a \div 2 \tilde{n} z \hat{L} \hat{U}f
     Û¢ r\$ñ[ÑñrÛåPþU±+Û
f œ; ŸÛfø#Đêf^Û`¦/mïr¶;
w¶tå¯ÀÑñ` IM_Q©åj Ññ[A
• ® åž Â[ Aî F$ I € Üå / mÏ r BøÛÀ
eÑñ`ê
   õ
       [A•\$ «RF¢•Z^a•|[A
› /m ™å}f^¦ì°Ïrå Ù `f^I
 ¦ → / mT · Ãn éï Vê
```

ightarrow / mT \cdot ÜIXNÅ å+ $\ddot{ ext{Y}}$ $\hat{ ext{U}}$ f I + /

åâ ý \rightarrow / mT · ¦ – Z

```
\mathsf{mT} \cdot \mathsf{B} \otimes \mathsf{w} \mathsf{A} \mathsf{Y} \mathsf{f} \mathsf{I} \quad \mathsf{a} \mathsf{Y} \mathsf{f} \mathsf{I} \quad , \, \cdot \, \mathsf{f} \quad \mathsf{D} \mathsf{[}
                                                               !"
      DaêÜì°Ïr:Gå>/m¦T·i
                                                                                                  ! 4" 0&$
                                                               #$
                                                                                                  ! 4"0["
må"ì° Ïrº âàãå Iå+Ûf Ù`¦[A
                                                                                                  ! 4"0"
                                                               #%
                                                                                                  ! 4"0"
\rightarrow L / mŸÜ·¦ çòÛ` åŸÛfL / m
                                                                                                  ! 4" ($"
                                                               &$
ŸÜ·¦ æòÛ`ê"ì°Ïr:GŸâàäçIå›
  f \div N \hat{U} \oplus \ddot{U}
                                                               8%
        &
                                                                $
                                         ! . #/) +
                                         1.#0!
                                         1.#0#
                                         !.#0*!
                                                                                              1%
                                                                                  H W* +
                                                                               -./ = » U i m
                                                               (%
                                                               8$
                                                               &%
                                                                $
                                                                %
                                                                0/01
                                                                                              )%
                                                                                          HW* #
                              / mT·
                                      ñ
  õàé, ò
                                                                            -23 Ø » U i m
            $ & !!
                                                                    n ê, ⁰
                                                                                 / mT \cdot | -Z
                                                         õàê, ø "
äàå, - • ; ï t
         ÊC...úï «RF¢•Z[A> /m
                                                               "$
                                                                       1 4#/" #
  ™Đó – • / mT·¦ – Zå Êœ`ît
                                                                       1 4#/$#
                                                               "#
                                                                       1 4#/0/#
  å<sup>3</sup> UÃn ê †ãäï Vê
                                                                       ! 4#/8#
                                                                       ! 4#/(#
                                                                       ! 4#/0#
    \tilde{a}\hat{a}^{\circ} \rightarrow / mT \cdot | -Z
    }ì°Ïr »íâàãcå: Ùf^/mÏr0¦
    Û`• å`^3 UÃn êï Vê
    Wn êW\ B å TIZw t Û`) Ä @4
                                                                $
    å" º1 » I å › Û ` • Ü I X ð w :
                                                                                                      ('
    \mu \mathring{A} \ll 8 T 0 \ddagger \mathring{a}^{\circ} \qquad \text{w } \mathring{a} \qquad / mT \cdot = \mathring{o}^{\circ}
                                                                                  H W!) *+
            fÜIX•Üå» Û`ðwì°ŸÉ
                                                                                ,-. = » U i m
    ê Ñ n r ... ì ¢ r Ñ º ð Ÿ N 2 2 # å$ Ñ
                                                               "#
                            Û`•
ñr...ì¢rwå›
                                                                3
    äâ » → / m T·¦ – Z
                                                                0
    }/mÏrºíâàåçå:Ùf^ì°Ïr0¦
                                                                &
                                                                $
              å` <sup>3</sup> UÃn ëï Vê
    Wn ë W\ B å" »ì ° I å
                                                                                                     0#
ÜåjPÜ#»¦imå› Û`• ¦
mΤ·): wås Ÿ μÅï ©¦ I Xø
                                                                                           H WM) *+
                                                                               #/0 #
1°Iå> fÜIX•ÜåP> Û`ðwì°ï
                                                                            ,2. Ø » U i m
ΫÉ
         ê
                                                                                 / mT \cdot | -Z
```

õàë, ø "

1/4 aoä

```
"$
                                               "&
                                ! 2%
! 2&
! 2(
! 2/
! 21
! 2"'
                                                                           1.2"
                                                                           1.2$
                                                "$
                                                                           1.2%
                                                                           1.2&
                                                                           !-2(
     &
     $
                                                $
                                 ('
                   H W!) *+
                                                             H W!) *+
                 ,-. = » U i m
                                                            ,-. = » U i m
                                               " (
     $
     " (
                                                                      H W!) *+
                          H W!) *+
               ,0. Ø » U i m
                                                           ,0. Ø » U i m
                                                  n ãã, g
                                                             / mT \cdot | -Z
              → / mT·¦ – Z
        n ãâ, ý
õàãâ, ø " ý
                           !
                                          õàãã, ø
                                                                             !
                                                       Ø
   Wn ãâ W\ B åý í å WV o `ö¥Cò (
                                               "$
M Û`\$ òN$«RF¢•ZÛ`å/mïr
mP > Ü | X • Ü | W@ ; må > Û `ðwì
°ïŸÉ
          êýíæWVĐX`ö¥ ò(M_Û
`\$ òN$«RF¢•ZÛ`å›
                              Û`• ¦
 μÅ; måPsŸLw/ mT·ï ©¦ I X; Êå
                                                                           ! 1&
                                                                           !1(
/ ms Œ = Ào `êý1çWVÑñ`ö¥
                                                                           ! 10
                                               $
                                                                           ! 12
( M Û`\$ òÑñM Û`...N$ « R F ¢
('
 ¦: wås Ϋ μÅï ©I Xø å/ mT·øwê
                                                              H W!) *+
   æâ øg → / m T·¦ – Z
                                                            ,-. = » U i m
   Wn ãã W∖ B åø → Û`•
-Z; må / mT·) mü À Cò N^¦ μê
8Ü# øː Gås Ϋ μÅï ©¦ I Xi må' }
LAoA«å» Û`• \N^¦Ïr0‡åP0
                                                $
‡ Wò Đ > Û ` • , - N ^ ê
       \rightarrow / mT· \downarrow – Z
   çâ
   Wn ãä W∖ B
                å<sup>a</sup> • « •
                           å> ¦ / m
           Û`ì°ŸŸÉ
     w å>
                          ï ©¦ I X
ÊêN; À/e¦ ‡ « R F ¢ • Z ª • å « R F
                                                          ,4. Ø » U i m
¢•Z<sup>a</sup>•¦ > / mT·øwåsŸ µÅï©
                                                   n ãä.
                                                             / mT \cdot | -Z
```

õàãä, ø "

¦IXø åì°ŸŸÉ i|¦IXøÊê

å, ³ f

本文在考虑不同类型车站的基础上,基于疾病传播理论构建了多层次轨道交通客流拥堵传播模型,给出了模型中传播速率等参数的计算方法。以北京市多层次轨道交通部分线网为例研究了拥堵传播速率以及范围,并对模型中的各参数进行仿真分析,结论如下:

- â, °、»和ý对拥堵传播范围的影响较大,°和ý与拥堵车站数量呈正相关关系,»与拥堵车站数量呈负相关关系。在多层次轨道交通中,密切关注换乘率和断面满载率,采取限流措施将其控制在合理范围内,可以有效控制拥堵传播范围。
- ä) 对拥堵传播范围的影响相对于 °、»和 ý 较小,随着 增加,拥堵车站数量以及拥堵传播范围均增大,相较于传统的单层次轨道交通网络,多层次轨道交通网络的拥堵传播范围更大。 Q对拥堵传播范围的影响较小。
- å) 考虑到客流的方向不均衡性对拥堵传播过程的影响,如何把列车运行方向考虑到模型中,使拥堵传播过程更符合实际,将是下一步研究的重点。

– J Ô E ó

- [ā] , 周艳芳,周磊山,乐逸祥 故市轨道交通客流高峰传播 影响研究[y] な宗合运输, äâãã(è): èé/éâà
- [a], 彭其渊,段力伟,文超,等 à突发大客流对轨道交通换 乘站服务水平和列车运行影响分析[ù] à城市轨道交 通研究, äâāæ, āá(ā): æ/æ
- [a], 冯树民,陈勇,辛梦薇 & 发大客流下地铁协调限流优化模型[u] a哈尔滨工业大学学报, äâāë, çã(ä): āéë/ ãêcà
- [æ, 李曼,王艳辉,晋君,等 ā基于路网客流模态的城市轨道交通网络拥堵演变机理[ů] ǎ东南大学学报(自然科学版), äâãé, æ å): æ ææëà
- [ç], óøýö ñ, ÷ðþ, ûø ö, ! à "Ś !! & &! "

- [ù àò " & "IŠ !\$! ò ! ; ÿ ! ô% , äâãë, åä(äå) : ççåâà ò, ò÷ôý . ! à " ý û , ÷ ðýö ! " !!! Š !!! ñ ,ò [ůà !! ÿ!ð:ÿ & ÿ!, äâãê, ãâê, ãä/äæà
- [e],陈伟,李宗平 基于系统动力学的轨道交通客流拥堵 传播研究[ų] 计算机仿真, ääää, åë(ää): ãèâ/ãèæà
- [e],陈伟,李宗平,刘灿,等 à考虑拥堵传播的轨道交通车 站站台承载人数研究[u] à系统仿真学报,ääää,åæ (é): āçêä/āçëäà
- [ē],方劲皓,朱昌锋,成琳娜,等 a基于渗流理论的铁路列车延误传播模型研究[ù] a兰州交通大学学报,äâäå,aä(ā):äê/åéà
- [ãā], 骆晨,刘澜,牛龙飞 à城市轨道交通超大客流网络拥挤传播研究[ù] à石家庄铁道大学学报(自然科学版), äāāæ äé(ä): êå/êèà
- [ãā],熊志华,姚智胜 幼道交通拥挤传播速率量化模型研究[ǜ] 故交通运输系统工程与信息,äâãê,ãế(å):ãæ/ãçãà
- [ãä], ðýö ,ö þ , ý ,! à !
 \$ " Ø / "! %

 !\$ [ù] àð ü!! ò "!!,
 äâãë, åæ; ãåæ;ãæ;à
- [ãā],宋玉蓉,鲍裕霖,李汝琦 ā意识扩散和 ôơ 病毒的双层网络传播模型[ǜ] ā系统仿真学报,äâää,åæé ãā): äæåé/äææéà
- [āç],彭其渊,罗洁,文雯,等 ǎ区域多制式轨道交通运输组 织协同模式研究[ù] à交通运输工程与信息学报, äâäâ,ãế æ: ã/ãâ, ääà
- [ãe] , 林立,孟学雷,马阳阳,等 都市圈多制式轨道交通系 统有序度研究[ឬ 益兰州交通大学学报, äâää, æ é): äã/äêà

á4 ^a J! ó• ý& â