



银川市环境空气细颗粒物 (PM_{2.5})

来源解析、污染成因 及控制对策研究

宁夏回族自治区环境监测中心站
银川市环境保护局
中国环境科学研究院

编著



黄河出版传媒集团
阳光出版社



银川市环境空气细颗粒物 (PM_{2.5})

来源解析、污染成因 及控制对策研究

宁夏回族自治区环境监测中心站 :
银川市环境保护局 : 编著
中国环境科学研究院 :



黄河出版传媒集团
阳光出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

银川市环境空气细颗粒物 (PM_{2.5}) 来源解析、污染成因及控制对策研究 / 宁夏回族自治区环境监测中心站, 银川市环境保护局, 中国环境科学研究院编著. -- 银川: 阳光出版社, 2018.10

ISBN 978-7-5525-4508-1

I. ①银… II. ①宁… ②银… ③中… III. ①可吸入颗粒物-污染防治-研究-银川 IV. ①X513

中国版本图书馆CIP数据核字(2018)第241761号

银川市环境空气细颗粒物 (PM_{2.5})
来源解析、污染成因及控制对策研究

宁夏回族自治区环境监测中心站
银川市环境保护局 编著
中国环境科学研究院

责任编辑 徐文佳 胡 鹏
封面设计 晨 皓
责任印制 岳建宁



黄河出版传媒集团 出版发行
阳光出版社

地 址 宁夏银川市北京东路139号出版大厦 (750001)
网 址 <http://www.ygchbs.com>
网上书店 <http://shop129132959.taobao.com>
电子信箱 yangguangchubanshe@163.com
邮购电话 0951-5014139
经 销 全国新华书店
印刷装订 宁夏凤鸣彩印广告有限公司
印刷委托书号 (宁) 0011298

开 本 787mm×1092mm 1/16
印 张 8.5
字 数 175千字
版 次 2018年12月第1版
印 次 2018年12月第1次印刷
书 号 ISBN 978-7-5525-4508-1
定 价 98.00元

版权所有 翻印必究

编委会

主 任

郑忠安 柴发合

委 员

丁福贵 尹维康 任学蓉 张欣荣 金龙高

主 编

任学蓉

副主编

王淑兰 田 娟 王 平

编写人员

张敬巧 罗达通 王 伟 白 娟 任建东

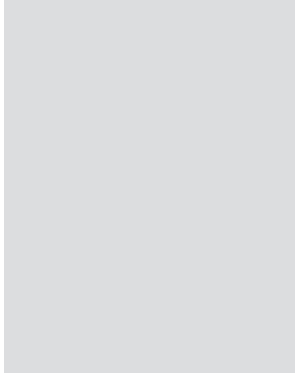
李卫东 靳 燕 仇惠琼 周瑞娟

参加人员

闫维东 辛 亮 万 芳 王 鑫 张向郡 张智翔

张俊生 段 勇 唐 雨 余福生 杨丽蓉 郭英茹

孙 媛 马 娟 郎勇设 陈 凯 刘亚琼 陈向群



K L

! " # \$ % ! !

"# ' ! " # \$ % & ' ! !

*"#\$ () * + ! \$*

"#% ! " , - ! \$

"#& ! " . / ! \$

"# ' ! " 0 1 2 3 4 ! %

"#(! " 5 6 ! %

"#) ! " 7 8 2 9 : ; < ! %

*! & # ' () * + , - . / 0 1 ! ' !*

\$#' = > ? @ A B C D E F G H I J K ! ' !

\$#\$ \$" % E L M N = > O P ? @ A E Q B C J K ! ' !*

\$#% \$" % E L M N = > O P ? @ A B C R S F G !) !*

\$#& \$" % E L M N T U V > ? @ A ? @ W X ! + !*

\$#' Y Z ! " (!

! 2 # 3 4 5 6 7 8 9 : ; < = > ? @ % ! ") !

%#' L M N [\ A] ^ _ K 9 : 7 8 ' a b ! ") !

%#\$ G c d e f g h i j k l , - . m o ! ") !

%#% [\ A p q] ^ _ K 7 8 ! \$ & !

! A # ' () B C D E F G H I 3 4 J 0 0 1 ! \$ ' !

&#' L M N T U h i [\ A r s ' t u ! \$ ' !

&#\$ T U h i [\ A ? @ ^ r s ' t u % v o ! % " !

' () MNO+ PBCDQ" rR
STUI!, - JVI WXYZ/ \

&\$' ^%hi rsGcwJJK78 (&&
&\$& 9: xy) & *
&+% P. z{ 7/ } ~%! " w! " #) & ,

!] # ' () BCDT^ 9: = @3. / 01) & -
%\$. ^wJS % & 78) & -
%+# [\ A ^ ' (JK) % /
%+' TUhi [\ ABC ' (JK) % 0
%+& LMN) * ? @ + , JK) * #
%+% # / & E % # / . & E ! " , hi wJS - .) * %
%+0 YZ) * %

! _ # ' () BCDSTUI ' a 01) **
0+. LMN [\ A ^ / 0122J34 ' 56) **
0+# LMN [\ A] ^ _ KZ !) , #
0+' LMN [\ A p q ^ _ KZ !) - 0
0+& LMN78 => [\ A ^ _ KZ }) - ,
0+% YZ) . / .

! b # ' () BCD, - J V c d 01) . ! '
*+. LMN => ? @ 9 : ; <) . ! '
*+# LMN [\ A ? @ w = p q J K) . ! &
*+' YZ) . ! .

! e # ' () BCD, - WXYZ) . ! '
,+. > ? @ ABCDE 78F) . ! '
,+# FGHI JAKLM ? @) . ! &
,+' NOBPJQGRS ? @ T o) . ! &
,+& UVW ^ ZXJYZ [M] W ^ - ^ J L M _ ' ? @) . # 0
,+% " a # b # ; \$ c d J e G f g a ? @ h T) . # *

#

! "# i j k l ZXUVJmnLMol ?@pq \$ %&!
!" ' =E!=rMsJMtJO1!Jru' LM7| \$ %()
!" ! i eV>devwO{ %x \$ %()
!" * yz { | } ! ~! " #Jmn\$g%&' % \$ %(%

! " # \$ %

!"! &' () * + ,

!"#! " # \$ % &' () ! * + , - . / 0 1 ' 2 \$ % &' () ! * # ! 3 4 5 6 7 8 # 9 : ; # : ; =
> ? @ A B C D E F G H I J K L \$! * # & ! # M " N # O P ' Q R S) T U V - " + , ! (W X Y Z
[\] ^ _ ' a b 4 c d e f g h \$ i j " k l F * + , - . / m c d F n) o p g h \$

!" . & ! q X r p * + s t u v w x " y z { | } ~ + , # G + , ! (! " # k l F) \$ % &'
{ \$ @ # F () * + o p > a " , - . / 0 1 @ * 2 3 4 5 ' ! , - . / 0 1 @ Q - &' 6 1 7 8
9 : " " k l F ; n * + < _ 3 4 5 ' ! k l F ! * # & ! = V > ? 9 : K L @ A " " N B C D k l F
* + , - E + , ! () F G " H I + , ! (F G J K L M " N O } &' " P " # Q R S T # U) Q - &
' 6 1 @ A # V W X Y k l F * + , - . / Z [S \ / ^ "] X _ ' a b k l F c d * + , - W
X c . e G \$

+ , ! (f g h i j k l V m n G o p q V &' { " r s ; t u v # u w # u x y z x { / o \$ + , ! (&' } W - X ~ ! ") # \$ " % * + &' * (C s &) * + , + , ! (&' G } W - " . / D B O J
* 2 1 5 I) 2 3 4 5 6 " N B 7] , - &') 6 1 > 8 " 9 : t (t ; # @ < ; " = Q > p ? @
A * + &' B _ ' C D) E p " F K Z / k l F F n) * + G H I \$ # J " ! * # & ! , - . / 0 1 @
* + 2 a 3 B k l F * + , - K y z { + , ! (F G J K L M ~ L R ~ " M , - . / 0 1 @ * + s t
E N O # k l F 2 a P # E # * + S T L M Q R S L M # \$ \$

T L M f U V W k l F X Y r Z [i ? \] i) + , ! (^ _ " 5 ' K . / a p # b T c " u v
) s t d e - " f K ' K k l F + , ! (&') j , x b g h i d , y z { b T " ' ' ' K s j k l F
+ , ! (k l " ' ' m G G " ' ' m " 4 n + b T . / o p k l q Y 2 / , % q Y 3 B + , ! (F G] 7 J K " V
s k l F r % y z { s t G) G u v w G ' S x i y z &' { s t g h " V s k l F y z { { z F
G J K y | " x } k l F + , ! () } W @ ~ 4 Z O ! ") } W B (\$

!"# &' OPBEQ

9~LLM@A#kl F@"LMBn#Q- yz{ "op /" #G /" &"] i kl FX7- n
!2 (M##)M##MCF! *M3q7#}, -. /st O?) * +yz{ ^_Cr +G^_ \$

!"\$ &' RS

2BQ- &' Ps' K\$

d, #)&+! * +st uv" ' KQ- &' { &' gh"4tuQ- &' Bv) r%56\$

2BQ- yz{ stG+tu\$

d, kl FQ- stGst) wex"tukl FQ- yz{) r%stG"4' K&' { s
t gh\$

2Bkl F@2- r #yr #zr G{ r3, - yz{ bTc') LM\$

! I Vmn' K| r %' K , #. #/ .# " 0#12#34#5#6#7#8# 9#" 2#/: #/; #<#=#. #5>#/?!#<#
<#<2#<#/#50G B0= I Vmn\$

" ; ' K|' K #k; c' "mn; 2CB#qV; 2D3\$

#?@' K|' K +k} ?@/0# D;#D;#3G %k ~?@, #.#.#.#" 0# B3\$

2Bkl F@Q- yz{ stGEbTc') LM\$

r%' Kr +st GJF! " ##\$y%" #Q&<' " #() " #* + " #, - " =3E #%k

I Vmn##k; #Gk?@) ' &gh\$

2BGuvwG' Sx) 9. G' K\$

S/ JKF@r +&' G"- JF! " ##\$y%" #Q&<' " #() " #V8/O- " #EC
1#BC1#* + " #, - " = "B[i r Z* +, - E /" #G /" &) uvxCuvw\$

2Bd, /" =J Ky| \$

yz&' { st gh"Vsyz{ { zFGJ Ky| \$

2B^v yz{ { zFGJ Ky| \$

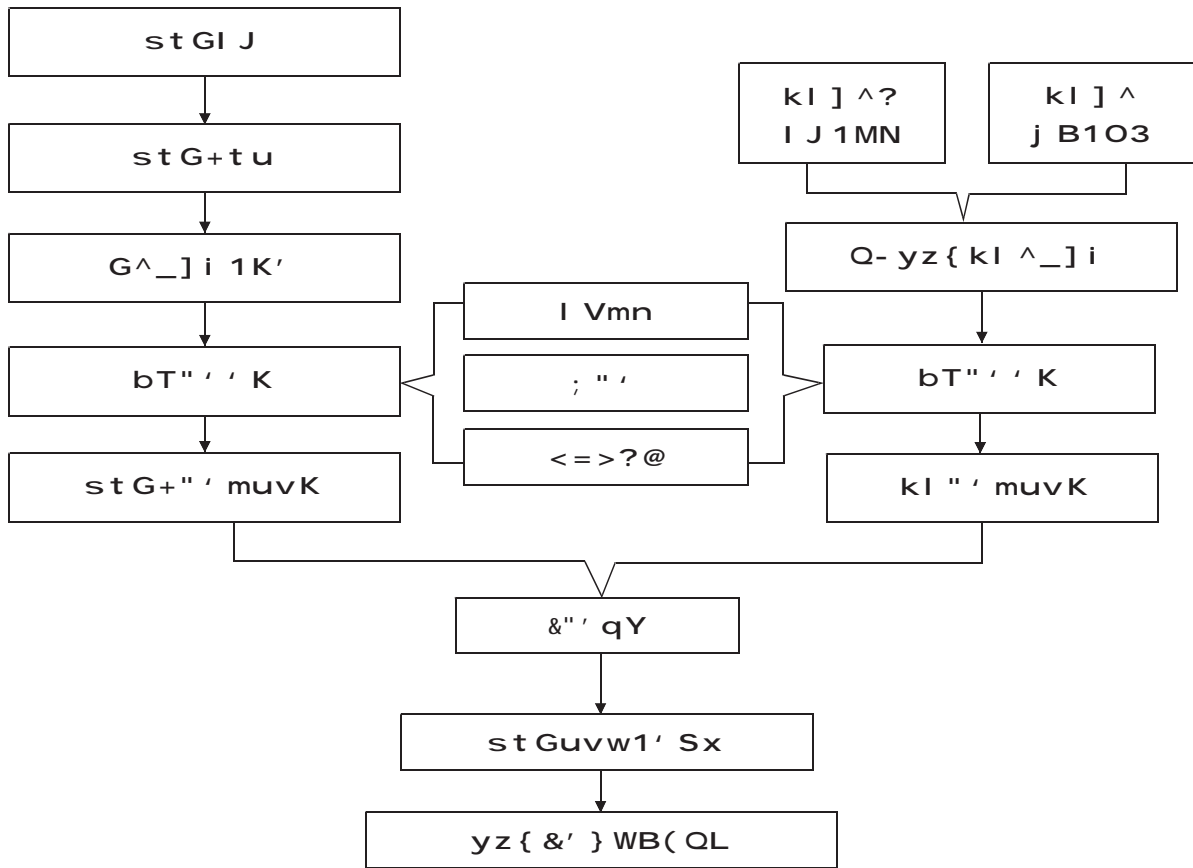
yz 2I 34C0567= ZOy z {) } W@~ \$

!"% &' TUBVWXY

Q- yz{ GJK\ a@i qst) wi #89qY#kl qY= @i \$bT. / opqY
2/" 3~ kl qY) Xk"/: b?JKJF! " ##\$y%" #Q&<' " "() " #V8/O-
" #* + " CEC1#BC1= B* +) uvx\$

-. /012345678" 9
; ; <=#>?@ABCDEF&'

&"' qYMXcl >@?; " " wO<kbTc') kl ap=, rkst G+) "' mE
WkbTc') =/wGr st G+Bkl) uvapw>?) I >G\$9LM9; Qst G+
"' mGkl "' m@A"f U&"' qY5G1* +. /W(7S/&' LOWBQRXS) C
^D" gT"=E} SBkl quv) G+C} uvw\$FG"d, &"' JKy| "yz &' { s
t gh"Vs{ zGJKy| \$\aki H- H!"!\$



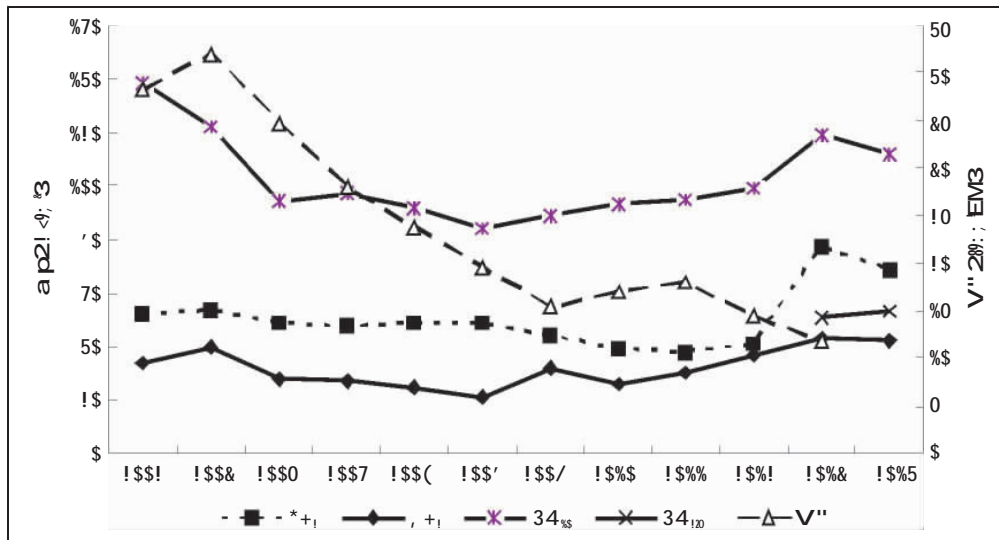
+ () (, - . / +

! Z# - . / [3>?\] ^ =

!"# [3>?7_ ' abcdef ^ =

P! Fkl F* +, - r %&' { ! QapxbRS- H!"# TO\$9HE / BUO"V" !
QapWXVRS"!\$\$! ! 1!\$%&! ! YXV' () \$*+! Qap"!\$\$! ! 1!\$%!! ! YWZ [
XVRS"XV' !() "\ 9!\$%&! H] Q^- | \$, +! Qap"!\$\$! ! 1!\$%!! ! Y"_5R
j ! * +, - . / O1'2-. &\$/01!\$%!3') O1 2BXi 3' \ aI 5b8EW- | RS" - |
'2') i34_{xs}! Qap"!\$\$! ! 1!\$%'!! ! Y" Wc! XVRS" \ 9!\$%'! H] W- | RS"d
!\$%&! e!\$%!! Q^- | " | ^R!\$) \$

{ - T4"P! Fgf : ~&' { 2*+1# +1#34_{xs}3apgw- | hS"} E"!\$%&# \$%5! W
: ~&' { Qi O"| } 34_{xs} 5!\$%!! ! j ! \$%5! Qi Oi34₁₂₀ 5!\$%&# \$%5! Qi O\$B- '
Kwx|1!\$%!! ! Y"kl FQ- &' { ap<oj | WXVRS"\ P! FqXS- | RS\$



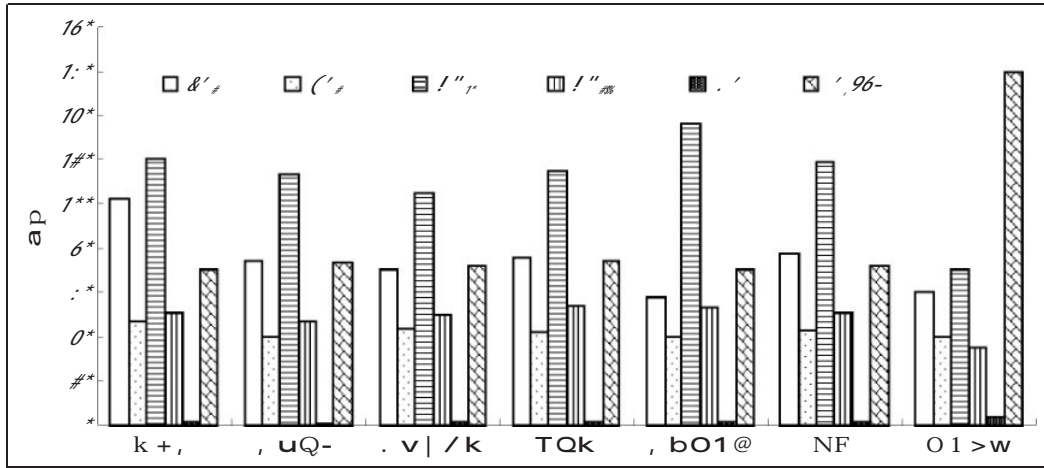
+ !6% !\$\$!O!\$%5 1 2 3 4 5 6 7 8 9: ; <=>

!"! ! \$%& b- . / [3gh>?7bi _ ' ^ =

! Qap~p/JFal * +, - . /) >%YO"H!6! # !"# \$! kl FQ- r ~&' {

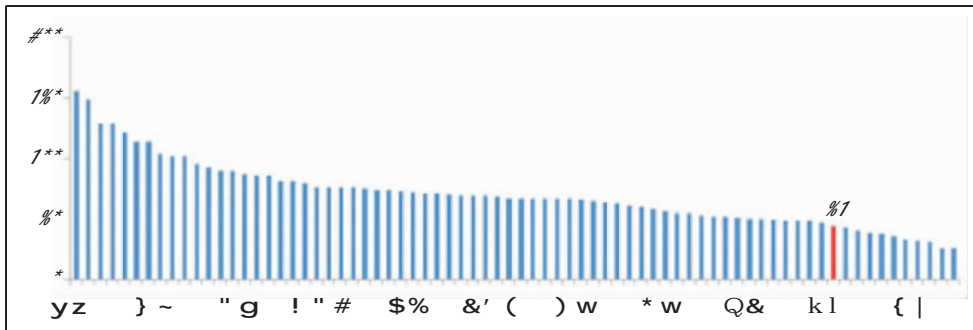
- . / 0 1 2 3 4 5 6 7 8 ! " # \$ % & ' () * + , - . : ; < = # > ? @ A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z [\] ^ _ ` { | } ~

) ! Qap "9HE/BUO"kl F &' #(' #' " ,) #' " #' ! " -G . ' ! Qap' u~ /#0, #112##7# /#! 345 G 1+16 5345\$ E"! Qap ! " ' 17 i O * & k " ! " ' # i O * % k " & ' # i O * \$, k " (' # i O * % / k " . ' G ' ! Qap R0\$

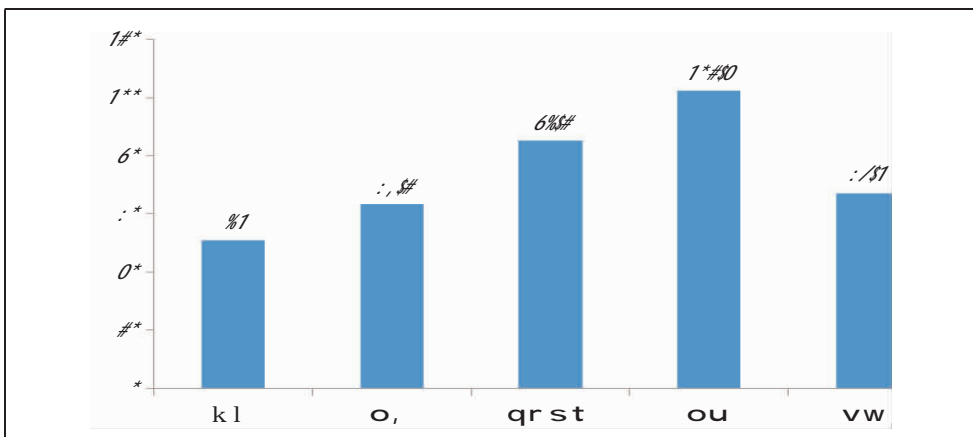


+ #9# #7), 1234?@5F6789: 1GH J KL 345M 'L5345N

kl F, - . / 5N#FI K, eb<o"- H #9, TOS\$#7), ! N# /07>? JF ! " # ! QapsYE"kl F # :0\ "Yemn"\ ! " # ap ^ 5i O * % k \$FG"opqHHI J F k l #b, #qrst#buCvw #*1, ! ! " # ! Qap' u# %1#:, \$##6%\$##1*#00#:/ \$! 3;52- H #9B"} Ekl ap=x"ouap=o"Rj ' 1*#0! 3;5~ kl) #k\$



+ #9, #*1, 10P /0QRST 4 ! " # 1G9: UM J KL 3;5N

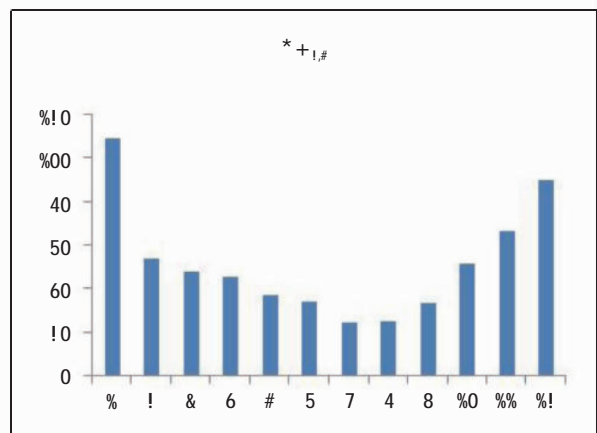
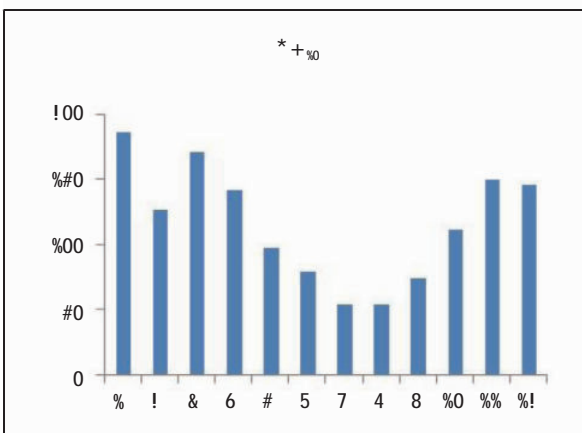
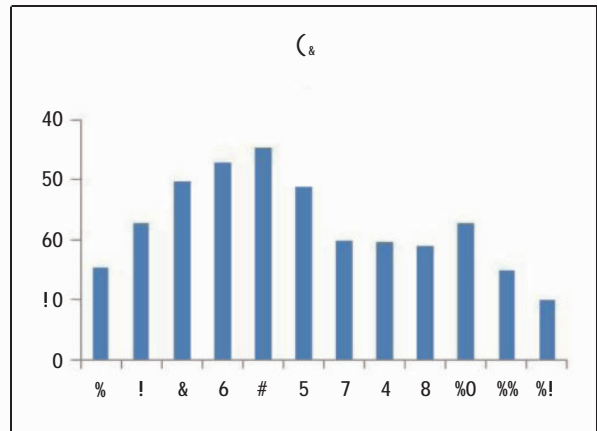
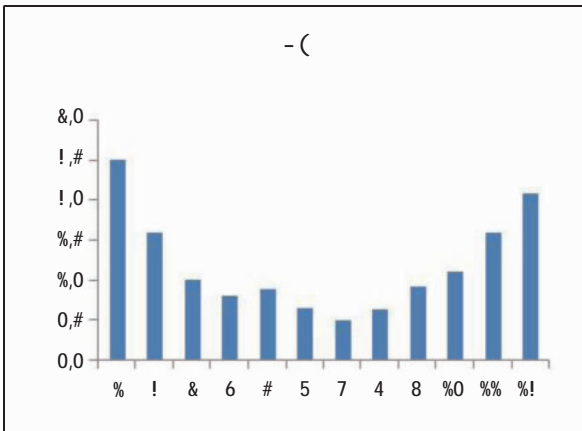
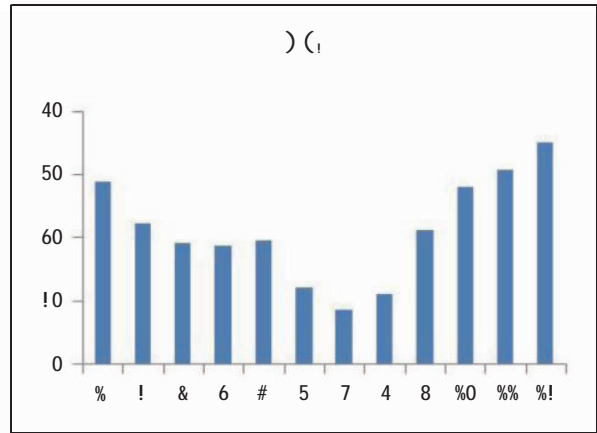
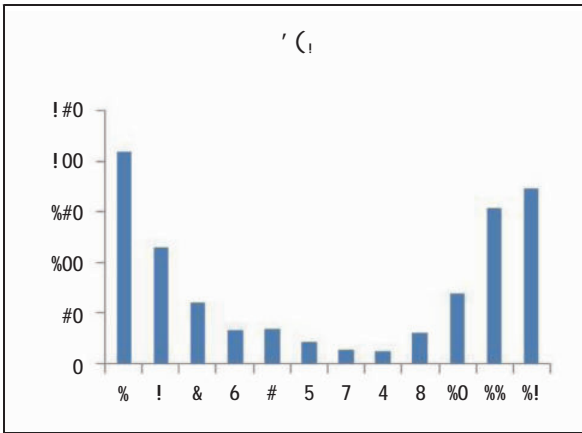


+ #90 #*1, 1WXYZZ[T 4 ! " # 9: \] I J KL 3;5N

!"# !\$%# b- . / [3gh>?7_ ' j kcd

' J & { MQapxb"/D2UO&' { apr Zxbgh"x} &' { apeo) M3
Crp\$H!"# # !\$%&! kl FQ- r ~&' { apcMxbgh\$9HE/BUO" (i#) (i#
*+_%# +!_# G -(MxbQW . _Y' &"(&W +_Y' &\$

B, '(C -("M3xbghx{ ""%#%#! ## C! M3apeo" Tgj B#] 4r ", (/ e
Q"Zuyr '(C -(apeo\$*+_# C *+_# 1 '(j Bxb+5" 65] 4rapeo" %



+ !/# !0% 1 234?@5F6789: ' a; <AB J KL 123^M (L3123N

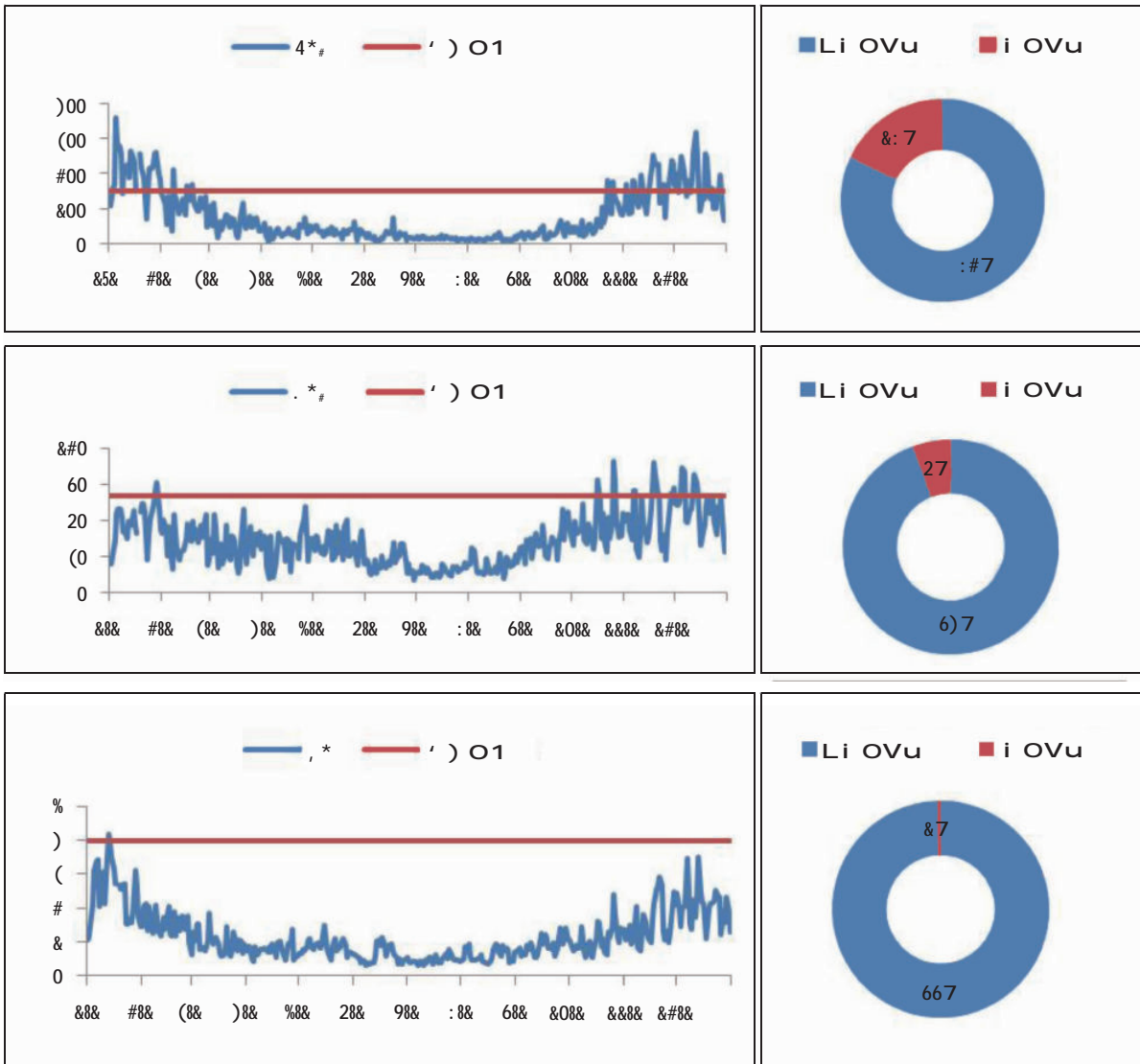
-. /012345678."%9
; ; <=#>?@ABCDEF&'

h7) ~!"& 5 (#)M3ap^5: o"Wr %-kj zr%") 8D\$: *(_ 1} 9&' { gh
[i "*(r%FG, +*, -C.* /): bT; " "- r <~=>?" 4; " ?@"A)#% M3ap
eo\$

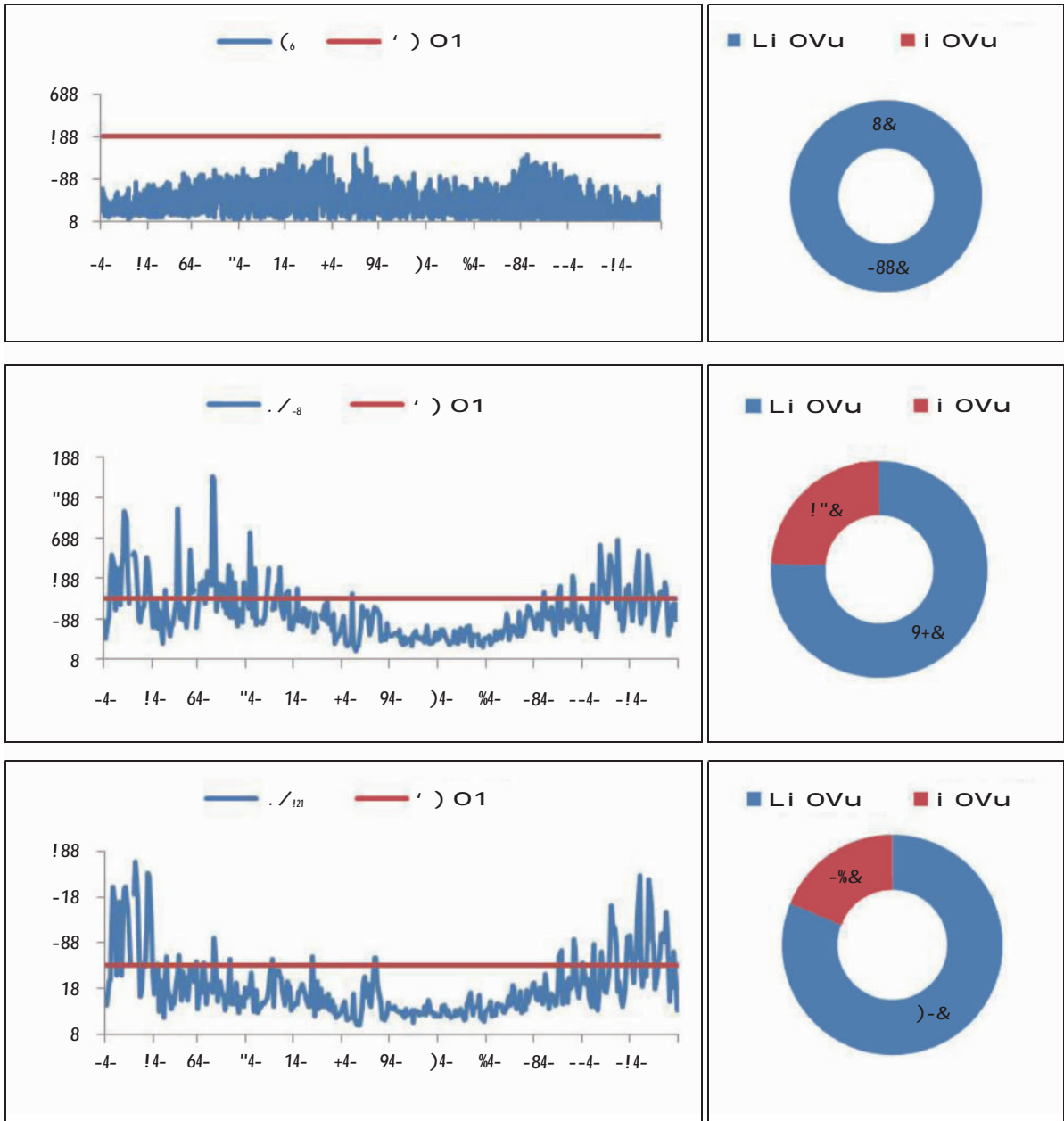
!"# !\$%& b-. /0123>?7>?I m

#)\$& ! " # \$ % & ' (

' K&' { BQapj BxbCU"/' J &' { BQapxbD7"4' J &' 50) r %
j B\$#0&(! kl F* +, - &' { BQap2*(_#Ej ap3) j BxbCUCi OD7- H#1
2TO\$9HE/BUO"F *(_G") 9q~&' { ap5 &' MXGj #MHapeo!"& ap
M, kj zr%") 8D"5)M3Mnapmeo\$: *(_M, } 9I g>"5- rapeo\$D
vi OD7' K"5PFJKI i OD7G"} 9&' { gq[i ?p) i O\$!"& 1!"#% BQa



:

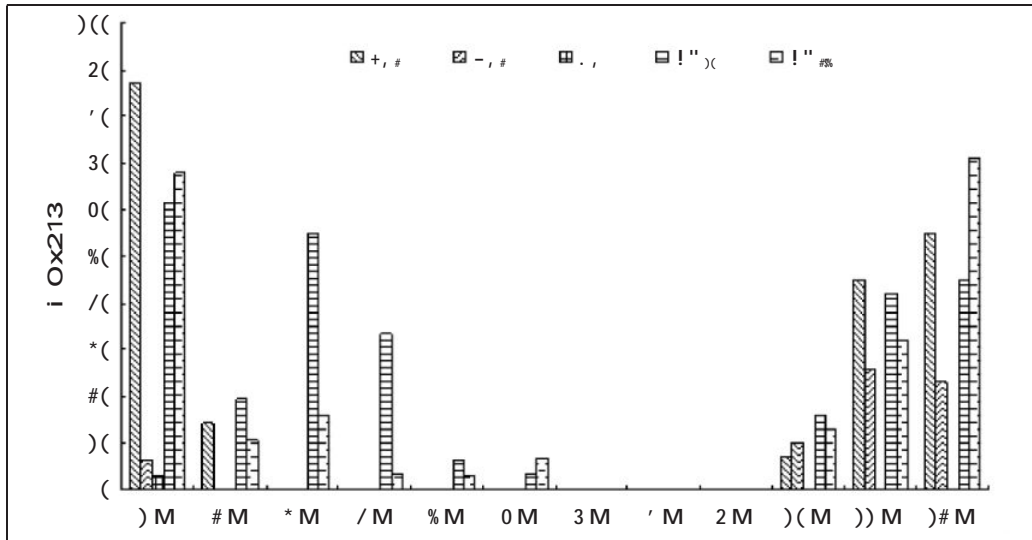


+ !: + !8-6 1234bcd@678eG9: f g\] CD J KL 345^M (L5345N

pi Ox' u# !"#G\$%&' (i Ox# \$)&'* (i # +#" , (# -#\$. /_0 =QwOP5 "M3"
 # "1!21! 345^"i O !78 k" . /_121 C ' (i =QwOP5 - M3" uRj ' -)92) ! 345^ G 6") ! 345^"
 i U') O1 -21 kG -26! k \$*(i =QBQw# -8%! 3452-8 M! + B3'i O 826+ k" , (=QB
 Qw# "2! 53452- M -6 B3'i O 8281 k \$

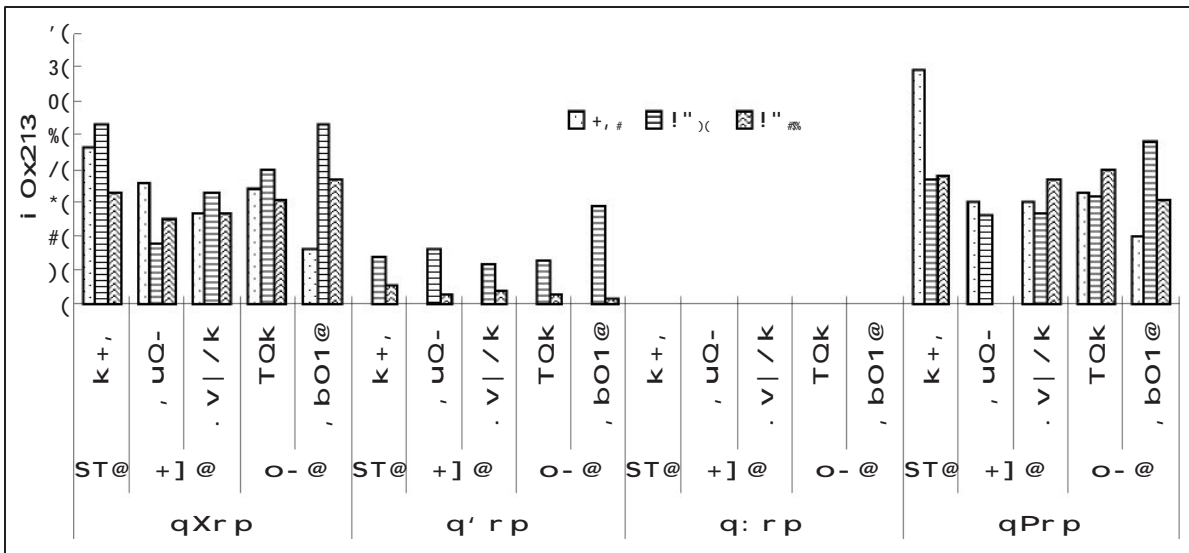
H !: 9MMN9' !8-6! kl F * + , - &' { i OxD7\$-- M! - M' (i # (i # /_8# /_121
 i OO>"8DPnr %FO] 4r , ("6# M3 . /_8 i OO>"8DPnr %FO%" V- \$1#
 + M3 . /_8# /_121 mqi OPn"9! %M3 ' (i # (i # /_8# /_121# (QRO" ~kl F * + , - . /
 eb) j 3\$

-. / 0 1 2 3 4 5 6 7 8 . " % ' 9
 ; : < = # > ? @ A B C D E F & '



+ #&3 #()*1234bcd@678f gj kamn\]

H #&' Mr pN9' #()*! kl Fr st? * +, - &' { i Ox \$qX#Pr pr st?
 +, # # ")(G ! " % BQapi OxQo"q' r p ! ")(G ! " % r st? Qqi OPn"q' # r
 p +, # #, # QRO"., FqXr pG" } Rr pQRO\$vr &' { [i O?' K"+, # BQapq
 X#Pr pST@k+, i Ox=o"R / 01G 021" } 9r st? i Ox5 # (! * 01WB\$! ")
 k+, G, b01@i OxqXr pQ# % * 1" qPr p' u# * 31G / ' 1" } 90? 5) ' 1!
 / (1WB\$! " % qX#Pr pr O? i Ox# # % 1! / (1"q' r pr O? i Ox5 # ! 01WB\$U
 qX7x{ gh|q' r p ! ") (i OxVo, ! " % "B, b01@=#XO"! ") (i Ox# # 21"
 : ! " % W# * 1"WmXX4l x&' r %FO%" V- YO) # \$y%" \$



+ #&' #()*12345hi Sbcd@678f gj kl mn\]

#\$/#) * + # \$! , - . /

&' { apBxbghF 1&' { st Gst f ZqgG"U1L?) - n[\xbqg\$d

) (