

# 黄土高原地区公路路基土性参数统计分析

范 敏, 倪万魁

(长安大学 地质工程与测绘工程学院 陕西 西安 710054)

[摘要] 选取黄土高原地区公路路基黄土的物理力学参数为研究对象, 采用统计分析的方法, 分析了黄土物理力学参数在太原—潼关、靖边—铜川和兰州—西安公路一线的变化, 得出了粒度组成自西北向东南逐渐变细,  $\omega$ 、 $\rho_d$ 、 $I_p$ 、 $c$  逐渐增大;  $e$ 、 $a$ 、 $\bar{q}$ 、 $\varphi$  逐渐减小的变化规律; 对黄土的物理力学参数进行了统计, 得出了各区路基土性参数的统计表, 从而为黄土高原地区的公路建设提供了最基本的科学依据。

[关键词] 黄土高原; 路基黄土; 物理力学参数; 统计分析

[中图分类号] TU41 [文献标识码] A [文章编号] 1672-6561(2006)02-0075-05

## Statistical Analysis on Loess Parameter of Highway Subgrade in Loess Plateau Area

FAN Min, NI Wan kui

(School of Geological Engineering and Surveying Engineering, Chang'an University, Xi'an 710054, Shaanxi, China)

**Abstract** By statistical method, this paper studies the physical and mechanical parameters of loess in highway subgrade in loess plateau area, analyzes the variation of the parameter from Taiyuan to Tongguan, from Jingbian to Tongchuan and from Lanzhou to Xi'an. It is found that the grain size decreases gradually;  $\omega$ ,  $\rho_d$ ,  $I_p$ , and  $c$  increase gradually;  $e$ ,  $a$ ,  $\bar{q}$ ,  $\varphi$  decrease gradually from northwest to southeast. Meanwhile, the loess physical and mechanical parameters are analyzed statistically, the property of parameters in each area have been obtained, which provide an essential data to highway construction in loess plateau area.

**Key words** loess plateau; subgrade loess; physical and mechanical parameters; statistical analysis

## 0 引言

黄土高原是中国重要的能源基地, 其蕴藏着丰富的天然气、石油及煤炭等资源。随着经济战略逐渐向西部倾斜及国家西部大开发战略的实施, 带动西部经济发展的交通运输工程(特别是高速公路)已得到优先发展, 如已建和拟建的西(安)—宝(鸡)、西(安)—潼(关)、铜(川)—黄(陵)、兰(州)—天(水)、兰(州)—西(宁)高、大(同)—运(城)宣(化)等高速公路。

由于黄土的性质特殊, 黄土区经常发生水土流失、地基湿陷、边坡、路堑及黄土塬边滑坡及崩塌等灾害性地质活动, 对生产建设和人民生活造成严重危害, 尤其对公路交通运输安全有很大的威胁。土的性质主要是由其物理力学参数决定的, 特别是南北向的靖边—铜川公路[包括靖(边)—延(安), 210国道陕北段, 黄(陵)—延(安), 铜(川)—黄(陵)]; 太原—潼关公路[包括霍(州)—侯(马), 运(城)—三(门)峡], 侯(马)—风(陵渡), 风(陵渡)—运(城)]; 东西向的兰州—西安公路(包括兰州中川机场专用线, 312国道等), 穿过黄土高原各种典型地

[收稿日期] 2005 07 13

[基金项目] 国家西部交通建设科技项目(200131800020)

[作者简介] 范 敏(1976—), 女, 陕西乾县人, 硕士研究生, 从事地质工程研究。

貌单元,具有很好的代表性。笔者选取这 3 条线为研究对象,行程几千千米,横跨整个黄土高原地区,共取原状结构土样 312 件,其中有晚更新世( $Q_3$ )黄土样 105 件,中更新世( $Q_2$ )黄土样 207 件,从黄土的物理力学参数出发,对这些土样均进行了物理力学试验。进一步论证了它们的变化规律,为黄土高原地区公路建设提供了一定的科学依据。

1 黄土物理力学参数的变化规律

在土的物理性质中,最基本的指标有土的粒度成分、干密度、含水率、可塑性、比重、密度,而孔隙比指标可由这些基本性质指标计算得出。由于黄土的比重一般可近似作为一个常值,因此,只对黄土的粒度成分、天然含水率、干密度、孔隙比、可塑性逐一进行专门的讨论。黄土的力学性质指标主要有压缩性、湿陷性、抗剪强度等。

1.1 粒度组成

黄土粒度组成的区域分布特点的问题。在这方面已有许多研究<sup>[2-3]</sup>,总的看法是黄土高原晚更新世黄土的颗粒成分自西北而东南逐渐变细。笔者对东西方向、南北方向代表性路段的粒度分析也证实了这一点(图 1~图 2)。

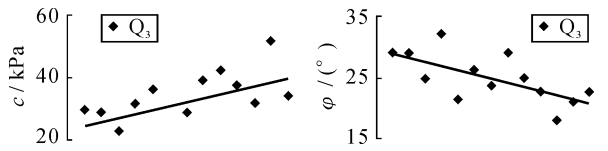


图 1 兰州—西安公路沿线黄土粒度变化 Fig. 1 Change of Loess Grain Along the Road from Lanzhou to Xi'an

图 2 靖边—铜川公路沿线黄土粒度变化 Fig. 2 Change of Loess Grain Along the Road from Jingbian to Tongchuan

黄土高原晚更新世黄土的主要物质来源应是其北部的腾格里、乌兰布、库不奇及毛乌素等沙漠<sup>[4]</sup>。在漫长的地质历史时期,在强劲的高空西北气流作用下,粉尘物质被带到高空,向东南方向移动,并由近及远沉积下来,较粗的颗粒搬运距离较近,先沉积下来,细颗粒搬运距离较远,后沉积。由西北向东南黄土所以由粗变细,除了与黄土物质的原始粒度有关外,还由于第四纪以来,西北部地区始终比东南部干旱,黄土堆积过程和堆积以后遭受生物化学风化作用一直较南部弱,西北部黄土的原始粒度得以更多的保留,而东南部则由于淋滤、粘

化作用的影响,粘粒含量有所增加。

1.2 天然含水率

黄土的含水率对黄土的物理力学性质有主重要影响。笔者研究发现天然含水率也有自西北向东南的变化规律,即就同一层位而言,它在黄土的主要分布区西部和北部低,往东和往南逐渐增高,这与黄土高原地区西北部干旱,东南部较湿润的气候条件相对应。

1.3 干密度

土的干密度一般  $1.3 \sim 1.8 \text{ g/cm}^3$ ,工程上常用土的干密度来评价土的密实程度,以控制填土、公路路基和坝基的施工质量。

由图 3、图 4 可以看出,土的干密度在区域上自西北向东南逐渐变大。这与黄土的粒度变化规律相对应。这是受黄土堆积历史、成土作用和微结构等影响的。

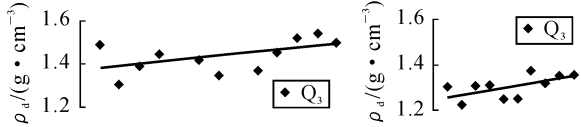


图 3 靖边—铜川公路沿线黄土干密度变化 Fig. 3 Change of Dry Density of loess along the road from Jingbian to Tongchuan

图 4 兰州—西安公路沿线黄土干密度变化 Fig. 4 Change of Dry Density of Loess Along the Road from Langzhou to Xi'an

1.4 孔隙比

富含孔隙是黄土的一大特性。黄土的孔隙与其工程地质性质有非常密切的关系,是研究黄土的重要内容之一。

黄土高原黄土的孔隙组成在区域上及不同时代的层位上都具有明显的变化规律(图 5~图 6)。在深度上,孔隙比有沿深度逐渐减少的趋势;在区域上,有从北向南、自西向东黄土的孔隙比逐渐减小的趋势。显然,黄土的孔隙比在区域和深度上的变化规律是与其颗粒成分、气候条件、压实作用和风化成土作用等密切相关。

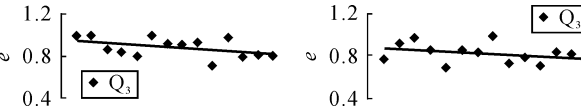


图 5 兰州—西安公路沿线黄土孔隙比的变化 Fig. 5 Change of Dry Density of Loess Along the Road from Langzhou to Xi'an

图 6 靖边—铜川公路沿线黄土孔隙比的变化 Fig. 6 Change of Dry Density of Loess Along the Road from Jingbian to Tongchuan

1.5 黄土的可塑性

塑性指数是黄土工程地质性质的重要指标(图7~图8)。土的可塑性指标显示了与黄土的粒度成分相似的区域性规律。无论是自西向东或由北向南,黄土的塑性指数逐渐增大。土的塑性是水和土颗粒相互作用的结果,黄土的塑性显然与黄土的粒度成分有关。颗粒组成越细的黄土,粘粒含量越多,于是围绕土颗粒周围的水膜面积必然越大。这样,在土中施以等量的水,则颗粒越细的黄土,水膜越薄,颗粒间的引力就越大。欲减小这种引力,改变黄土的稠度,就需要增加水膜厚度,提高界限含水量<sup>[9]</sup>。所以,粘粒含量多的黄土,可塑性大。黄土可塑性的区域变化趋势正好与黄土粘粒组分变化规律相吻合。

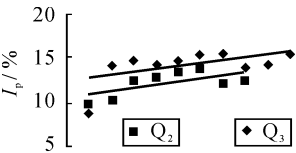


图7 太原—潼关公路  
沿线黄土塑性指数的变化  
Fig.7 Change of Plasticity  
Index of Loess Along the Road  
from Taiyuan to Tongguan

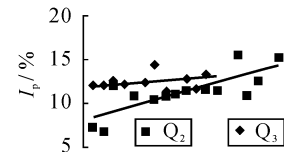


图8 兰州—西安公路  
沿线黄土塑性指数的变化  
Fig.8 Change of Plasticity  
Index of Loess Along the Road  
from Lanzhou to Xi'an

1.6 压缩性

压缩性反映土在外荷载作用下产生压缩变形大小。压缩系数是表征土的压缩性的重要指标之一。图9~图10表示Q<sub>2</sub>黄土在0.1~0.2 MPa压力下的压缩系数。Q<sub>3</sub>黄土的变化规律与Q<sub>2</sub>黄土相同。

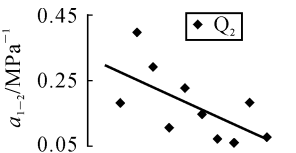


图9 靖边—铜川公路  
沿线黄土压缩系数的变化  
Fig.9 Change of  
Compressibility Coefficient  
of Loess Along the Road  
from Jingbian to Tongguan

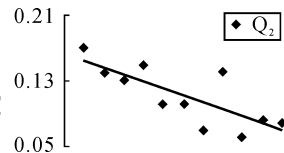


图10 兰州—西安公路  
沿线黄土压缩系数的变化  
Fig.10 Change of  
Compressibility Coefficient  
of Loess Along the Road  
from Lanzhou to Xi'an

从图9~图10可以看出,黄土高原地区黄土的压缩系数自西北向东南由大变小。土的压缩系数受孔隙比、天然含水率的影响较大,黄土的压缩系数的变化规律也反映了这点。

1.7 湿陷性

在广大的黄土分布区,具有湿陷性的黄土约占

3/4左右,主要是晚更新世(Q<sub>3</sub>)马兰黄土以及全新世黄土状土(Q<sub>4</sub>)(表1)<sup>[6]</sup>。

表1 各地黄土的湿陷系数

Tab.1 Collapsibility Coefficient of Loess Area		
地区	湿陷系数	自重湿陷系数
陇西	0.020~0.220	0.010~0.200
陇东陕北晋西	0.019~0.088	0.005~0.048
关中	0.029~0.080	0.003~0.043
山西冀北	0.015~0.089	0.007~0.040

从表1可以看出,黄土高原地区黄土的湿陷系数自西北向东南由大变小。

黄土的湿陷性与黄土的天然含水量、干容量、孔隙比、内聚力等关系密切<sup>[7-8]</sup>。黄土的湿陷系数随天然含水量的增加而显著下降;随着容重的增加,湿陷性迅速下降。

1.8 抗剪强度

通过数据分析,发现随着黄土层位的加深和年代的久远,内聚力相应增大。这可随着时代的久远,其上覆土层逐渐加厚,经过更多的压密过程,下部土层的固结程度也逐渐增大,故其内聚力增大。

图11~图12是黄土在天然含水率状态下的内聚力、内摩擦角在区域上的变化规律,虽然离散性较大,但在一定程度上反映了黄土抗剪强度,由西北向东南,黄土的内聚力增大,内摩擦角减小,在区域上的变化规律。

黄土抗剪强度的这些变化是由黄土的形成环境决定的。第四纪以来,南部地区一直处于比北部地区相对温湿的环境,物理化学风化作用有可能进行得比较完全,组成黄土的颗粒较细,堆积密度和原始

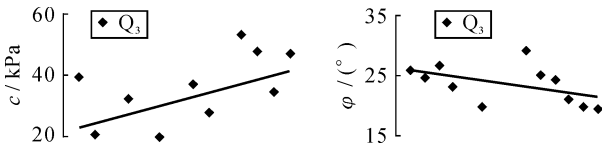


图11 靖边—铜川公路沿线黄土抗剪强度的变化  
Fig.11 Change of Shear Strengh of Loess  
Along the Road from Jingbian to Tongchuan

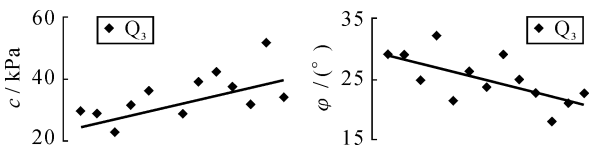


图12 兰州—西安公路沿线黄土抗剪强度的变化  
Fig.12 Change of Shear Strengh of Loess  
Along the Road from Lanzhou to Xi'an

内聚力较大,同时含有较多的以粘土矿物为主的胶结物,故有较强结构连结力,和较大的加固内聚力。

2 公路路基黄土的分区特征

2.1 路基设计分区

中国黄土的分布面积大,黄土的粒度成分和其

工程性质必然受其所在地区的地貌、地质和气候条件的制约与影响,从而形成不同地理区域的黄土之间在共性基础之上的种种差异。黄土高原上的黄土粒度分布特征明显的受近南北向六盘山、吕梁山的影响。因此,先以吕梁山、六盘山为界,将黄土高原自西向东划分为 I、II、III 个区,再以砂黄土为界,划出北部的 IV 区<sup>[9]</sup>(图 13)。

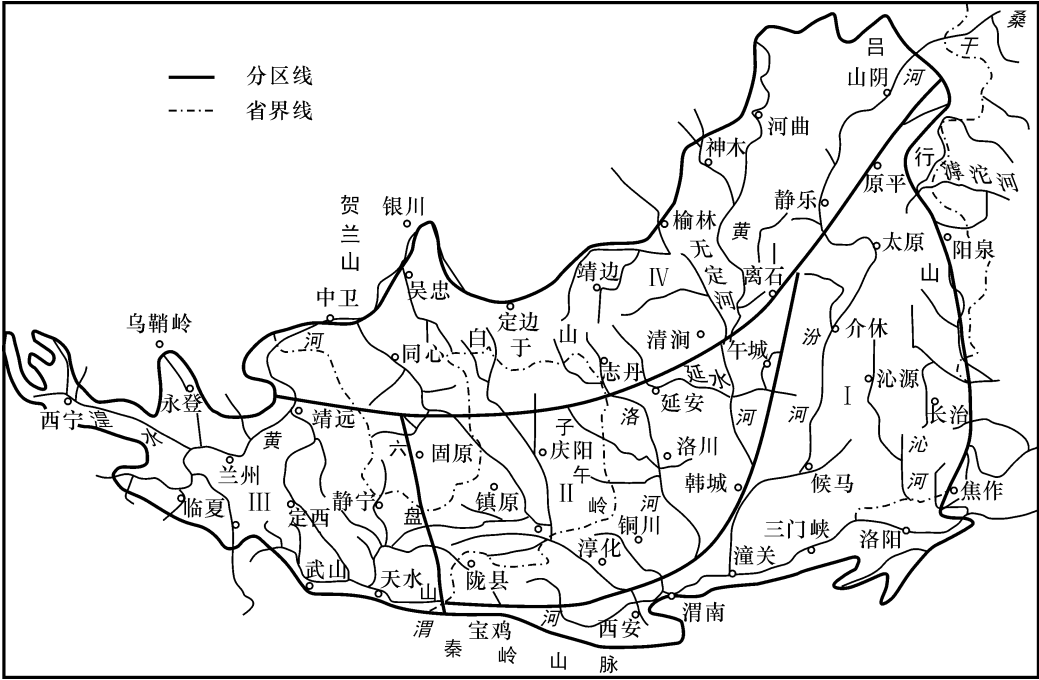


图 13 黄土高原黄土路基设计分区

Fig. 13 Design Demarcation Map of the Loess Subgrade in the Loess Plateau Area

2.2 参数统计

按以上分区对黄土高原地区黄土的物理力学参数进行了统计。各区黄土的工程特征见表 2。由表 2 可以看出,黄土高原地区黄土的天然含水率变化幅度较大,从 1%~26.6%。干密度的变化较小,为 1.2~1.65 g/cm<sup>3</sup>。孔隙比变化较大,为 0.65~1.36。塑性指数变化较小,从 6.3%~16.4%。内聚力变化很大,在 9~97 kPa 之间。内摩擦角变化范围为 11.9°~44°。

(3) 孔隙比、压缩性、湿陷性降低。

[ 参 考 文 献 ]

[ 1 ] 徐芹选,赵景波,祁晓丽.黄土孔隙度及粒度组成关系初探[J].西安工程学院学报,2000,22(1):67~70.  
[ 2 ] 王永炎,林在贯.中国黄土的结构特征及物理力学性质[M].北京:科学出版社,1990.  
[ 3 ] 许卫疆,车得福,蔡宏等.西安城郊表层黄土的粒度组成及其形态特征[J].西北大学学报:自然科学版,2004,32(2):223~227.  
[ 4 ] 刘东生.黄土与环境[M].北京:科学出版社,1985.  
[ 5 ] 陈云.陕西黄土工程地质性质研究[M].北京:地质出版社,1986.  
[ 6 ] GB50025 2004.湿陷性黄土地区建筑规范[S].  
[ 7 ] 樊怀仁,郭睿.关中地区黄土湿陷性影响因素分析[J].西安科技学院学报,2003,23(2):160~163.  
[ 8 ] 李萍,薛振年,王浩军,等.陇东地区黄土工程地质特征[J].地球科学与环境学报,2004,26(2):59~62.  
[ 9 ] 交通部第二公路勘察设计院.路基[M].北京:人民交通出版社,1996.

3 结论

通过以上分析可知黄土由物理力学指标表征的工程地质性质,由西北向东南存在着一定变化规律:

(1)黄土的砂粒含量变少,粘粒含量增加。

(2)天然含水率、干密度凝聚力、塑性指数有所增大。

表2 黄土高原各路基区黄土主要特征及其物理力学性质统计  
Tab. 2 Statistic Table About Main Character and Physical Mechanic Parameters of Less in Every Subgrade Distric of the Loess Plateau Area

名称	黄土分区				黄 土 分 类	$\omega / \%$	$\rho_d /$ ( $g \cdot cm^{-3}$ )	$n / \%$	颗 粒 组 成 / %			可 塑 性 / %			力 学 强 度				易 溶 盐 / % <sup>[7]</sup>	碳酸 钙 / % <sup>[7]</sup>																																																										
	气候	地貌	土层	病害					>0.05 /mm	0.05~ 0.005 /mm	<0.005 /mm	$\omega_1$	$\omega_p$	$I_p$	c/kPa	f/(°)	$q_u$ /kPa																																																													
Ⅰ 东 南 区	较湿润， 平均降 雨量在 500~750 mm/a	山地与 盆地	土质粘性重，致 密，土层厚50~ 100mm，在沙渭 河谷、蒙西冲积 平原及山间盆 地、山前坡地广 泛分布黄土 类土	路基较 稳定，但 冲刷较 剧烈	$Q_3$	$\frac{9.6}{2.9 \sim 15.5}$ $\frac{1.4}{1.2 \sim 1.6}$ $\frac{48.02}{42.6 \sim 52.6}$ $\frac{21.9}{12 \sim 38}$ $\frac{62}{16 \sim 88}$ $\frac{16.1}{6 \sim 34}$ $\frac{31.8}{26.3 \sim 34.5}$ $\frac{18.6}{15.6 \sim 2.3}$ $\frac{13.3}{10 \sim 15.2}$ $\frac{30}{10 \sim 70}$ $\frac{29.4}{21 \sim 41}$ $\frac{37}{30 \sim 150}$ $\frac{0.1}{0.05 \sim 0.16}$ $\frac{11.4}{7 \sim 15}$	$Q_2$	$\frac{13.92}{6.2 \sim 18.5}$ $\frac{1.52}{1.4 \sim 1.7}$ $\frac{46.98}{40.6 \sim 56.6}$ $\frac{15}{4 \sim 32}$ $\frac{60.3}{41 \sim 82}$ $\frac{24.7}{10 \sim 38}$ $\frac{31.42}{29.2 \sim 33.4}$ $\frac{17.53}{16.7 \sim 18.2}$ $\frac{13.88}{11.2 \sim 16.4}$ $\frac{47.25}{29 \sim 67}$ $\frac{256}{20 \sim 540}$ $\frac{0.137}{0.02 \sim 0.45}$ $\frac{11.4}{3 \sim 20}$	$Q_1$	$\frac{10.33}{4 \sim 16.8}$ $\frac{1.5 \sim 1.7}{1.5 \sim 1.7}$ $\frac{46.4}{46.4}$ $\frac{8 \sim 11}{8 \sim 11}$ $\frac{57 \sim 74}{57 \sim 74}$ $\frac{15 \sim 35}{15 \sim 35}$ $\frac{29.74}{26.8 \sim 32.1}$ $\frac{17.91}{17 \sim 19.3}$ $\frac{11.83}{9.6 \sim 13.2}$ $\frac{42.25}{24 \sim 62}$ $\frac{120 \sim 430}{120 \sim 430}$ $\frac{0.06 \sim 0.21}{0.06 \sim 0.21}$	$Q_3$	$\frac{8.62}{1.0 \sim 13.1}$ $\frac{1.33}{1.25 \sim 1.4}$ $\frac{50.84}{48.4 \sim 53.8}$ $\frac{72.7}{13 \sim 37}$ $\frac{68.2}{58 \sim 77}$ $\frac{9.1}{5 \sim 13}$ $\frac{29.74}{26.8 \sim 32.1}$ $\frac{17.91}{17 \sim 19.3}$ $\frac{11.83}{9.6 \sim 13.2}$ $\frac{42.25}{24 \sim 62}$ $\frac{12.5}{9 \sim 15}$	$Q_2$	$\frac{13.8}{5.6 \sim 19.9}$ $\frac{1.42}{1.26 \sim 1.55}$ $\frac{47.69}{43.41 \sim 53.18}$ $\frac{16}{8 \sim 29}$ $\frac{69.8}{61 \sim 82}$ $\frac{14.2}{8 \sim 24}$ $\frac{31.18}{27.7 \sim 35.5}$ $\frac{18.54}{17.4 \sim 19.9}$ $\frac{12.64}{10.3 \sim 15.6}$ $\frac{64.25}{49 \sim 69}$ $\frac{10.2}{5 \sim 15}$	$Q_1$	$\frac{18.8}{14.3 \sim 26.6}$ $\frac{1.45}{1.36 \sim 1.63}$ $\frac{46.62}{39.8 \sim 49.9}$ $\frac{9.83}{1 \sim 21}$ $\frac{69.67}{50 \sim 82}$ $\frac{20.5}{13 \sim 30}$ $\frac{49.13}{29.4 \sim 35.9}$ $\frac{19.08}{17.8 \sim 20.4}$ $\frac{13.67}{11.6 \sim 15.5}$ $\frac{71}{59 \sim 97}$ $\frac{28.12}{23.1 \sim 31.9}$	$Q_3$	$\frac{4.33}{1.2 \sim 6.8}$ $\frac{1.26}{1.14 \sim 1.31}$ $\frac{53.38}{51.4 \sim 57.7}$ $\frac{6.81}{3.1 \sim 12.7}$ $\frac{1.49}{1.37 \sim 1.65}$ $\frac{1.45}{1.36 \sim 1.54}$ $\frac{8}{4.7 \sim 11.7}$ $\frac{1.45}{1.33 \sim 1.62}$ $\frac{10.28}{7 \sim 16}$ $\frac{8.41}{2.7 \sim 14.5}$	$Q_2$	$\frac{6.81}{3.1 \sim 12.7}$ $\frac{1.49}{1.37 \sim 1.65}$ $\frac{44.57}{39.1 \sim 49.2}$ $\frac{29.23}{20.7 \sim 32.1}$ $\frac{18.06}{14.2 \sim 19.7}$ $\frac{11.17}{6.5 \sim 13.3}$ $\frac{29.44}{27.8 \sim 30.5}$ $\frac{17.11}{15.6 \sim 18.4}$ $\frac{12.33}{10.5 \sim 14.5}$ $\frac{22.67}{9 \sim 36}$ $\frac{20.73}{16.2 \sim 23.5}$	$Q_1$	$\frac{29.5}{28.4 \sim 30}$ $\frac{18.52}{17.5 \sim 19.1}$ $\frac{9.05}{7.8 \sim 10.7}$ $\frac{27}{21 \sim 39}$ $\frac{23.77}{19.8 \sim 26.9}$ $\frac{0.081}{0.02 \sim 0.12}$ $\frac{9.5}{7 \sim 11}$	$Q_3$	$\frac{10.28}{7 \sim 16}$ $\frac{1.48}{1.42 \sim 1.55}$ $\frac{45.16}{40 \sim 51.3}$ $\frac{16}{8 \sim 32}$ $\frac{72.38}{62 \sim 80}$ $\frac{11.63}{6 \sim 21}$ $\frac{27.43}{25.5 \sim 29}$ $\frac{17.54}{16.9 \sim 18.3}$ $\frac{9.89}{8.6 \sim 10.9}$ $\frac{32.38}{18 \sim 51}$ $\frac{27.25}{23.9 \sim 31.2}$ $\frac{0.119}{0.02 \sim 0.43}$ $\frac{9.8}{3 \sim 28}$	$Q_2$	$\frac{8.41}{2.7 \sim 14.5}$ $\frac{1.53}{1.43 \sim 1.64}$ $\frac{43.54}{39.1 \sim 47.2}$ $\frac{23.3}{5 \sim 49}$ $\frac{63.63}{44 \sim 73}$ $\frac{13.13}{7 \sim 25}$ $\frac{25.93}{22.7 \sim 28.9}$ $\frac{17.34}{16.4 \sim 18.3}$ $\frac{8.6}{6.3 \sim 10.6}$ $\frac{47.88}{29 \sim 75}$ $\frac{0.101}{0.02 \sim 0.23}$	$Q_1$	$\frac{8.41}{2.7 \sim 14.5}$ $\frac{1.53}{1.43 \sim 1.64}$ $\frac{43.54}{39.1 \sim 47.2}$ $\frac{23.3}{5 \sim 49}$ $\frac{63.63}{44 \sim 73}$ $\frac{13.13}{7 \sim 25}$ $\frac{25.93}{22.7 \sim 28.9}$ $\frac{17.34}{16.4 \sim 18.3}$ $\frac{8.6}{6.3 \sim 10.6}$ $\frac{47.88}{29 \sim 75}$ $\frac{0.101}{0.02 \sim 0.23}$	$Q_3$	$\frac{10.28}{7 \sim 16}$ $\frac{1.48}{1.42 \sim 1.55}$ $\frac{45.16}{40 \sim 51.3}$ $\frac{16}{8 \sim 32}$ $\frac{72.38}{62 \sim 80}$ $\frac{11.63}{6 \sim 21}$ $\frac{27.43}{25.5 \sim 29}$ $\frac{17.54}{16.9 \sim 18.3}$ $\frac{9.89}{8.6 \sim 10.9}$ $\frac{32.38}{18 \sim 51}$ $\frac{27.25}{23.9 \sim 31.2}$ $\frac{0.119}{0.02 \sim 0.43}$ $\frac{9.8}{3 \sim 28}$	$Q_2$	$\frac{8.41}{2.7 \sim 14.5}$ $\frac{1.53}{1.43 \sim 1.64}$ $\frac{43.54}{39.1 \sim 47.2}$ $\frac{23.3}{5 \sim 49}$ $\frac{63.63}{44 \sim 73}$ $\frac{13.13}{7 \sim 25}$ $\frac{25.93}{22.7 \sim 28.9}$ $\frac{17.34}{16.4 \sim 18.3}$ $\frac{8.6}{6.3 \sim 10.6}$ $\frac{47.88}{29 \sim 75}$ $\frac{0.101}{0.02 \sim 0.23}$	$Q_1$	$\frac{8.41}{2.7 \sim 14.5}$ $\frac{1.53}{1.43 \sim 1.64}$ $\frac{43.54}{39.1 \sim 47.2}$ $\frac{23.3}{5 \sim 49}$ $\frac{63.63}{44 \sim 73}$ $\frac{13.13}{7 \sim 25}$ $\frac{25.93}{22.7 \sim 28.9}$ $\frac{17.34}{16.4 \sim 18.3}$ $\frac{8.6}{6.3 \sim 10.6}$ $\frac{47.88}{29 \sim 75}$ $\frac{0.101}{0.02 \sim 0.23}$	$Q_3$	$\frac{10.28}{7 \sim 16}$ $\frac{1.48}{1.42 \sim 1.55}$ $\frac{45.16}{40 \sim 51.3}$ $\frac{16}{8 \sim 32}$ $\frac{72.38}{62 \sim 80}$ $\frac{11.63}{6 \sim 21}$ $\frac{27.43}{25.5 \sim 29}$ $\frac{17.54}{16.9 \sim 18.3}$ $\frac{9.89}{8.6 \sim 10.9}$ $\frac{32.38}{18 \sim 51}$ $\frac{27.25}{23.9 \sim 31.2}$ $\frac{0.119}{0.02 \sim 0.43}$ $\frac{9.8}{3 \sim 28}$	$Q_2$	$\frac{8.41}{2.7 \sim 14.5}$ $\frac{1.53}{1.43 \sim 1.64}$ $\frac{43.54}{39.1 \sim 47.2}$ $\frac{23.3}{5 \sim 49}$ $\frac{63.63}{44 \sim 73}$ $\frac{13.13}{7 \sim 25}$ $\frac{25.93}{22.7 \sim 28.9}$ $\frac{17.34}{16.4 \sim 18.3}$ $\frac{8.6}{6.3 \sim 10.6}$ $\frac{47.88}{29 \sim 75}$ $\frac{0.101}{0.02 \sim 0.23}$	$Q_1$	$\frac{8.41}{2.7 \sim 14.5}$ $\frac{1.53}{1.43 \sim 1.64}$ $\frac{43.54}{39.1 \sim 47.2}$ $\frac{23.3}{5 \sim 49}$ $\frac{63.63}{44 \sim 73}$ $\frac{13.13}{7 \sim 25}$ $\frac{25.93}{22.7 \sim 28.9}$ $\frac{17.34}{16.4 \sim 18.3}$ $\frac{8.6}{6.3 \sim 10.6}$ $\frac{47.88}{29 \sim 75}$ $\frac{0.101}{0.02 \sim 0.23}$	$Q_3$	$\frac{10.28}{7 \sim 16}$ $\frac{1.48}{1.42 \sim 1.55}$ $\frac{45.16}{40 \sim 51.3}$ $\frac{16}{8 \sim 32}$ $\frac{72.38}{62 \sim 80}$ $\frac{11.63}{6 \sim 21}$ $\frac{27.43}{25.5 \sim 29}$ $\frac{17.54}{16.9 \sim 18.3}$ $\frac{9.89}{8.6 \sim 10.9}$ $\frac{32.38}{18 \sim 51}$ $\frac{27.25}{23.9 \sim 31.2}$ $\frac{0.119}{0.02 \sim 0.43}$ $\frac{9.8}{3 \sim 28}$	$Q_2$	$\frac{8.41}{2.7 \sim 14.5}$ $\frac{1.53}{1.43 \sim 1.64}$ $\frac{43.54}{39.1 \sim 47.2}$ $\frac{23.3}{5 \sim 49}$ $\frac{63.63}{44 \sim 73}$ $\frac{13.13}{7 \sim 25}$ $\frac{25.93}{22.7 \sim 28.9}$ $\frac{17.34}{16.4 \sim 18.3}$ $\frac{8.6}{6.3 \sim 10.6}$ $\frac{47.88}{29 \sim 75}$ $\frac{0.101}{0.02 \sim 0.23}$	$Q_1$	$\frac{8.41}{2.7 \sim 14.5}$ $\frac{1.53}{1.43 \sim 1.64}$ $\frac{43.54}{39.1 \sim 47.2}$ $\frac{23.3}{5 \sim 49}$ $\frac{63.63}{44 \sim 73}$ $\frac{13.13}{7 \sim 25}$ $\frac{25.93}{22.7 \sim 28.9}$ $\frac{17.34}{16.4 \sim 18.3}$ $\frac{8.6}{6.3 \sim 10.6}$ $\frac{47.88}{29 \sim 75}$ $\frac{0.101}{0.02 \sim 0.23}$	$Q_3$	$\frac{10.28}{7 \sim 16}$ $\frac{1.48}{1.42 \sim 1.55}$ $\frac{45.16}{40 \sim 51.3}$ $\frac{16}{8 \sim 32}$ $\frac{72.38}{62 \sim 80}$ $\frac{11.63}{6 \sim 21}$ $\frac{27.43}{25.5 \sim 29}$ $\frac{17.54}{16.9 \sim 18.3}$ $\frac{9.89}{8.6 \sim 10.9}$ $\frac{32.38}{18 \sim 51}$ $\frac{27.25}{23.9 \sim 31.2}$ $\frac{0.119}{0.02 \sim 0.43}$ $\frac{9.8}{3 \sim 28}$	$Q_2$	$\frac{8.41}{2.7 \sim 14.5}$ $\frac{1.53}{1.43 \sim 1.64}$ $\frac{43.54}{39.1 \sim 47.2}$ $\frac{23.3}{5 \sim 49}$ $\frac{63.63}{44 \sim 73}$ $\frac{13.13}{7 \sim 25}$ $\frac{25.93}{22.7 \sim 28.9}$ $\frac{17.34}{16.4 \sim 18.3}$ $\frac{8.6}{6.3 \sim 10.6}$ $\frac{47.88}{29 \sim 75}$ $\frac{0.101}{0.02 \sim 0.23}$	$Q_1$	$\frac{8.41}{2.7 \sim 14.5}$ $\frac{1.53}{1.43 \sim 1.64}$ $\frac{43.54}{39.1 \sim 47.2}$ $\frac{23.3}{5 \sim 49}$ $\frac{63.63}{44 \sim 73}$ $\frac{13.13}{7 \sim 25}$ $\frac{25.93}{22.7 \sim 28.9}$ $\frac{17.34}{16.4 \sim 18.3}$ $\frac{8.6}{6.3 \sim 10.6}$ $\frac{47.88}{29 \sim 75}$ $\frac{0.101}{0.02 \sim 0.23}$	$Q_3$	$\frac{10.28}{7 \sim 16}$ $\frac{1.48}{1.42 \sim 1.55}$ $\frac{45.16}{40 \sim 51.3}$ $\frac{16}{8 \sim 32}$ $\frac{72.38}{62 \sim 80}$ $\frac{11.63}{6 \sim 21}$ $\frac{27.43}{25.5 \sim 29}$ $\frac{17.54}{16.9 \sim 18.3}$ $\frac{9.89}{8.6 \sim 10.9}$ $\frac{32.38}{18 \sim 51}$ $\frac{27.25}{23.9 \sim 31.2}$ $\frac{0.119}{0.02 \sim 0.43}$ $\frac{9.8}{3 \sim 28}$	$Q_2$	$\frac{8.41}{2.7 \sim 14.5}$ $\frac{1.53}{1.43 \sim 1.64}$ $\frac{43.54}{39.1 \sim 47.2}$ $\frac{23.3}{5 \sim 49}$ $\frac{63.63}{44 \sim 73}$ $\frac{13.13}{7 \sim 25}$ $\frac{25.93}{22.7 \sim 28.9}$ $\frac{17.34}{16.4 \sim 18.3}$ $\frac{8.6}{6.3 \sim 10.6}$ $\frac{47.88}{29 \sim 75}$ $\frac{0.101}{0.02 \sim 0.23}$	$Q_1$	$\frac{8.41}{2.7 \sim 14.5}$ $\frac{1.53}{1.43 \sim 1.64}$ $\frac{43.54}{39.1 \sim 47.2}$ $\frac{23.3}{5 \sim 49}$ $\frac{63.63}{44 \sim 73}$ $\frac{13.13}{7 \sim 25}$ $\frac{25.93}{22.7 \sim 28.9}$ $\frac{17.34}{16.4 \sim 18.3}$ $\frac{8.6}{6.3 \sim 10.6}$ $\frac{47.88}{29 \sim 75}$ $\frac{0.101}{0.02 \sim 0.23}$	$Q_3$	$\frac{10.28}{7 \sim 16}$ $\frac{1.48}{1.42 \sim 1.55}$ $\frac{45.16}{40 \sim 51.3}$ $\frac{16}{8 \sim 32}$ $\frac{72.38}{62 \sim 80}$ $\frac{11.63}{6 \sim 21}$ $\frac{27.43}{25.5 \sim 29}$ $\frac{17.54}{16.9 \sim 18.3}$ $\frac{9.89}{8.6 \sim 10.9}$ $\frac{32.38}{18 \sim 51}$ $\frac{27.25}{23.9 \sim 31.2}$ $\frac{0.119}{0.02 \sim 0.43}$ $\frac{9.8}{3 \sim 28}$	$Q_2$	$\frac{8.41}{2.7 \sim 14.5}$ $\frac{1.53}{1.43 \sim 1.64}$ $\frac{43.54}{39.1 \sim 47.2}$ $\frac{23.3}{5 \sim 49}$ $\frac{63.63}{44 \sim 73}$ $\frac{13.13}{7 \sim 25}$ $\frac{25.93}{22.7 \sim 28.9}$ $\frac{17.34}{16.4 \sim 18.3}$ $\frac{8.6}{6.3 \sim 10.6}$ $\frac{47.88}{29 \sim 75}$ $\frac{0.101}{0.02 \sim 0.23}$	$Q_1$	$\frac{8.41}{2.7 \sim 14.5}$ $\frac{1.53}{1.43 \sim 1.64}$ $\frac{43.54}{39.1 \sim 47.2}$ $\frac{23.3}{5 \sim 49}$ $\frac{63.63}{44 \sim 73}$ $\frac{13.13}{7 \sim 25}$ $\frac{25.93}{22.7 \sim 28.9}$ $\frac{17.34}{16.4 \sim 18.3}$ $\frac{8.6}{6.3 \sim 10.6}$ $\frac{47.88}{29 \sim 75}$ $\frac{0.101}{0.02 \sim 0.23}$	$Q_3$	$\frac{10.28}{7 \sim 16}$ $\frac{1.48}{1.42 \sim 1.55}$ $\frac{45.16}{40 \sim 51.3}$ $\frac{16}{8 \sim 32}$ $\frac{72.38}{62 \sim 80}$ $\frac{11.63}{6 \sim 21}$ $\frac{27.43}{25.5 \sim 29}$ $\frac{17.54}{16.9 \sim 18.3}$ $\frac{9.89}{8.6 \sim 10.9}$ $\frac{32.38}{18 \sim 51}$ $\frac{27.25}{23.9 \sim 31.2}$ $\frac{0.119}{0.02 \sim 0.43}$ $\frac{9.8}{3 \sim 28}$	$Q_2$	$\frac{8.41}{2.7 \sim 14.5}$ $\frac{1.53}{1.43 \sim 1.64}$ $\frac{43.54}{39.1 \sim 47.2}$ $\frac{23.3}{5 \sim 49}$ $\frac{63.63}{44 \sim 73}$ $\frac{13.13}{7 \sim 25}$ $\frac{25.93}{22.7 \sim 28.9}$ $\frac{17.34}{16.4 \sim 18.3}$ $\frac{8.6}{6.3 \sim 10.6}$ $\frac{47.88}{29 \sim 75}$ $\frac{0.101}{0.02 \sim 0.23}$	$Q_1$	$\frac{8.41}{2.7 \sim 14.5}$ $\frac{1.53}{1.43 \sim 1.64}$ $\frac{43.54}{39.1 \sim 47.2}$ $\frac{23.3}{5 \sim 49}$ $\frac{63.63}{44 \sim 73}$ $\frac{13.13}{7 \sim 25}$ $\frac{25.93}{22.7 \sim 28.9}$ $\frac{17.34}{16.4 \sim 18.3}$ $\frac{8.6}{6.3 \sim 10.6}$ $\frac{47.88}{29 \sim 75}$ $\frac{0.101}{0.02 \sim 0.23}$	$Q_3$	$\frac{10.28}{7 \sim 16}$ $\frac{1.48}{1.42 \sim 1.55}$ $\frac{45.16}{40 \sim 51.3}$ $\frac{16}{8 \sim 32}$ $\frac{72.38}{62 \sim 80}$ $\frac{11.63}{6 \sim 21}$ $\frac{27.43}{25.5 \sim 29}$ $\frac{17.54}{16.9 \sim 18.3}$ $\frac{9.89}{8.6 \sim 10.9}$ $\frac{32.38}{18 \sim 51}$ $\frac{27.25}{23.9 \sim 31.2}$ $\frac{0.119}{0.02 \sim 0.43}$ $\frac{9.8}{3 \sim 28}$	$Q_2$	$\frac{8.41}{2.7 \sim 14.5}$ $\frac{1.53}{1.43 \sim 1.64}$ $\frac{43.54}{39.1 \sim 47.2}$ $\frac{23.3}{5 \sim 49}$ $\frac{63.63}{44 \sim 73}$ $\frac{13.13}{7 \sim 25}$ $\frac{25.93}{22.7 \sim 28.9}$ $\frac{17.34}{16.4 \sim 18.3}$ $\frac{8.6}{6.3 \sim 10.6}$ $\frac{47.88}{29 \sim 75}$ $\frac{0.101}{0.02 \sim 0.23}$	$Q_1$	$\frac{8.41}{2.7 \sim 14.5}$ $\frac{1.53}{1.43 \sim 1.64}$ $\frac{43.54}{39.1 \sim 47.2}$ $\frac{23.3}{5 \sim 49}$ $\frac{63.63}{44 \sim 73}$ $\frac{13.13}{7 \sim 25}$ $\frac{25.93}{22.7 \sim 28.9}$ $\frac{17.34}{16.4 \sim 18.3}$ $\frac{8.6}{6.3 \sim 10.6}$ $\frac{47.88}{29 \sim 75}$ $\frac{0.101}{0.02 \sim 0.23}$	$Q_3$	$\frac{10.28}{$