

熱水平衡及其在地理
環境中的作用問題

第四輯

中國科學院地理研究所

57.121

144

中国科学院地理研究所編輯

热、水平衡及其在 地理环境中的作用问题

科学出版社

內 容 簡 介

本书选譯有关土壤水分与农业灌溉的論文 18 篇。按其內容大致可分为三类：(1)闡述农作物灌溉的生物学意义,不同灌溉措施的理論根据以及灌溉对土壤水分性质的影响;(2)探討土壤水分运动的基本規律及其对农作物发育的意义,总结农作物产量对土壤水分的依变关系;(3)报导测定土壤水分与土壤最小持水量的新方法与經驗。

本书可供农业、土壤、植物、地理等方面工作者参考。

热、水平衡及其在 地理环境中的作用問題

第 四 輯

中国科学院地理研究所編輯

科学出版社出版 (北京朝阳門大街 117 号)

北京市书刊出版业营业許可証出字第 061 号

中国科学院印刷厂印刷 新华书店总經售

*

1963 年 4 月第 一 版

1963 年 4 月第一次印刷

(京) 0001—1,900

书号: 2709 字数: 164,000

开本: 850×1168 1/32

印张: 6 1/4

定价: 0.95 元

目 录

論土壤水分活动性及其对植物的有效性問題.....	
..... A. M. 切尔諾烏霍夫 A. B. 努日京 (1)	
羅斯托夫州蓄水灌溉和生长期灌溉的土壤水分平衡.....	
..... Б. H. 米丘林 Ф. E. 科里亚謝夫 (7)	
灌溉对麦田热量平衡組成要素变化的影响.....	
..... Т. B. 基里洛娃 Л. B. 涅西娜 (30)	
研究农作物灌溉問題的能量法..... A. Ф. 丘德諾夫斯基 (49)	
論灌溉对土壤热交换的影响問題..... Л. B. 涅西娜 (73)	
蓄水灌溉地蒸发过程的研究..... O. Д. 罗兰斯卡娅 (79)	
輪种某些不同作物的土壤水分状况.....	
..... Ф. K. 罗吉昂諾夫斯基 (89)	
俄罗斯苏維埃联邦社会主义共和国欧洲部分森林草原地带	
和草原地带土壤的春季貯水量..... E. H. 米納耶娃 (102)	
土壤上层的汽态水运动..... Д. H. 昂丘科夫 (111)	
論土壤內部水分凝結的机制和作用... A. Ф. 丘德諾夫斯基 (117)	
关于土壤-土質中大气水分凝結过程的理論	
..... B. И. 托奇洛夫 (128)	
克里木山地的凝結水及其在地下径流中的作用.....	
..... B. A. 普罗塔索夫 (138)	
层状底土中水分毛管运动的研究經驗... И. H. 菲里齐安特 (145)	
略論一种关于土壤水分运动的錯誤理論.....	
..... C. B. 涅尔平 M. K. 麦尔尼科娃 (159)	
論土壤的最小持水量..... E. C. 費尔索娃 (166)	
应用 γ 射綫觀測帕赫塔-阿拉尔国营农場的土壤貯水量动	
态的結果..... M. B. 普列奧布拉任斯卡娅 (174)	

用 γ 射綫聚积法測定土壤湿度·····	楊·恰巴尔特 (181)
采用张力法和靜电法測定土壤湿度的問題·····	
·····	И. И. 苏德尼村 (186)

論土壤水分活動性及其對植物的 有效性問題

A. M. 切爾諾烏霍夫 A. B. 努日京

關於土壤水分供應植物的機制和規律問題，研究得很差。目前一般按土壤水分對植物有效的程度把土壤水分分為四種基本類別^[12]：

(1) 對植物實際上無效的水分。它的上限相當於凋萎濕度 (B3)。

(2) 對植物難於生效的水分。它的濕度介於凋萎濕度與毛管斷裂濕度 (BPK) 之間，它的液態活動性是有限的，植物難以利用。

(3) 對植物中度有效的水分。它的濕度介於毛管斷裂濕度與最小持水量 (HB) 或田間持水量之間。它的液態活動性較大，能不斷地供給植物。

(4) 對植物易於生效的水分，這部分水分有時會變得過多。它的濕度介於土壤最小持水量與最大持水量 (ΠB) 之間，液態活動性大，但一般是短暫地存在於土壤中。

顯而易見，在這個分類中土壤水分對植物的有效性完全是以其活動性為轉移的，而毛管斷裂濕度就是對植物有效的水分與難於生效的分界的分界。

關於毛管斷裂濕度與凋萎濕度之間的水分對植物的有效性，A. A. 羅杰^[12]曾經寫道：“當水分介於這兩種濕度之間時，植物仍能生長，並沒有因水分不足而枯萎的任何跡象，但是植被的產量是相當低的。” C. И. 多爾戈夫^[4]甚至認為，“……自由水處於毛管

隔离状况时，对植物是难于生效的——土壤干涸时自由水的轉入这一状况，甚至当蒸騰減弱时也会使植物稳定(或永久)凋萎”。

从上述原理出发来探討 M. M. 阿布拉莫娃^[1] (Абрамова) 的研究結果是很有意义的，她曾研究了視土壤質地 and 結構而异的、介于最小持水量与毛管断裂湿度之間的水分含量幅度。根据她的資料，在具有微結構的土壤中这一幅度为土壤最小持水量时的总貯水量的 30%，而在有結構的黑土中則为土壤重量的 8% 或 3%，即在她的实验中，如果有結構的黑土的最小持水量为土壤重量的 36% 的話，那么毛管断裂湿度为 33%。

因为当湿度降低到毛管断裂湿度时，表土水分的蒸发消耗量显著下降，所以 M. M. 阿布拉莫娃的数据再一次証实了土壤結構对防止水分耗于蒸发有重大意义这一众所周知的原理。但是，当植物在有結構土壤消耗 3% 的这部分水分，而剩下的水分因液态活动性小，植物难以利用的話，那么，有哪些水源能供給植物以水分呢？有些研究业已証明：虽然无結構土壤的有效水分含量幅度較大，但有結構土壤仍然比无結構土壤能更充分更长久地供应植物以水分。

我們从 Ф. Е. 科里亚謝夫^[6] 那里找到了这个問題的答案。他于 1948 年写道：“……毛管机制的作用是很有限的。只要土壤湿度降到田間持水量以下，水膜的連續性便遭到破坏，水的凹液面仅保存在土粒交接的地方。土壤水的活动性急剧下降。如果說，在毛管机制作用下水分因受湿度梯度影响而向根吸带运动的話，那么，在現在的情况下根却不得不在土粒交接处寻找水分，而額外增加根毛的数量，以利用更多的土壤容积”。

Н. А. 馬克西莫夫^[9] (Максимов) 和 Е. Г. 彼得罗夫^[11] (Петров) 等人很形象地敘述了生长和活动着的根系在土壤干涸时获取水分的过程。

由此可見，要認識土壤水分与植物的相互关系，不仅必須研究土壤水分的活动性，而且还要研究植物根系的活动性。当土壤湿度高时(高于毛管断裂湿度)，土壤水分活动性大，对于供給植物水

分起很大作用的是土壤水分經由毛管向植物根系的移动。在这种情况下,植物沒有必要发育強大的根系。因而許多研究者指出,在过度湿润和正常湿润的条件下,与水分保証率不足的情况相比,植物根系的分布面积較小,深度也較浅。

在毛管断裂湿度到临界湿度(这时生长过程开始緩慢)的范围内,土壤水分的液态活动性实际上等于零,所以植物根系伸向水分蓄积处以获取水分。因此指出下列事实是很有意义的:这种或那种植物的耐旱品种都照例具有較发达較強大的根系,当然,品种的耐旱性决不能用对其有独特的土壤水分活动性来加以解释。

当湿度繼續下降时,根系便不能从土壤中吸收到植物生长和发育所必需的水分。这先使植物压抑,然后使生长完全停止,植物在水分正常供应下进行的种种生理过程全被破坏,最后就凋萎下去。

这样闡释土壤水分与植物間相互作用的机制,就可以理解为什么有結構土壤上的农作物会有較好的水分保証率。

表 1 1 号蒸發器(底是網狀的)的蒸發量(白天)和收入的水分(夜間)

日 期	觀測時間	白天蒸發的水量 (克)	夜間收入的水量 (克)	蒸發器中土壤的湿度 (占土壤重量的%)
8 月 4 日	白 天	13.5	—	26.5
8 月 4—5 日	夜 間	—	7.0	26.3
8 月 11—12 日	”	—	8.0	29.0
8 月 12 日	白 天	19.0	—	28.7
8 月 14—15 日	夜 間	—	10.0	27.8
8 月 15 日	白 天	27.0	—	27.4
8 月 16 日	”	10.5	—	26.2
8 月 16—17 日	夜 間	—	5.0	26.0

有結構土壤具有这种宝貴的特性:土壤湿度降低到毛管断裂湿度后,表土的水分蒸發量便会大大降低。而且,土壤中仍貯存大量水分,虽然是几乎不活动的,但对于迅速生长发育的根系却是完全有效的。有結構土壤能确保植物以水分,直到可吸收的貯水量完全耗尽为止。

在无结构土壤中,水分供应植物的机制显然也是如此。但它的毛管断裂湿度来得很晚,这时土壤中已经几乎没有什么水分可供植物生长发育所吸收利用了。

我们认为,在探讨处于最小持水量与凋萎湿度之间的液态土壤水同植物的相互作用过程时,必须谈及气态水在土壤剖面水分再分布中的作用和在植物的水分供应中的作用。

这一点特别重要,因为有一些研究者^[4,7,10]认为,只有当土壤干涸到凋萎湿度或更低时,水汽才显著地参与水分的移动,而水汽供应植物水分的作用是微乎其微的;另一些研究者^[3,11,13]却认为,气态水对土壤剖面水分再分布和植物的水分供应有着巨大的作用。

看来在文献中还没有表明土壤在不同湿润情况下运动着的气态水的数量的实验数据。所以在这里援引我们于1955年夏获得的一些实际数字,不是没有意义的。这些数字是在沃罗涅什农学院“愉快”实习农场研究表土蒸发时获得的。先谈谈研究的方法。

表土蒸发量利用小蒸发器测定,这种方法是全苏水文气象研究所以热加洛夫(Жегалов)为首的工作队制定的。蒸发器是一个圆筒,直径10厘米,高25厘米,筒内装有整段土样,筒底用网状的或整片的底托着。早晚(7时和19时)直接在田间蒸发器旁用粗天平(称重的精密度0.5—1.0克)进行称重。实验做完后,每个蒸发器内的土壤放在恒温箱中经过100—105℃烘干到正常的重量,并计算任何一天的蒸发器中的土壤湿度。

实验结果的分析表明:有网状底部的蒸发器的重量在夜间增加很多。当土壤湿度为26—29%(占最小持水量的80—90%)时,蒸发器在晚间获得的水分,达到白天蒸发掉的水分的30—50%(表1)。Э. А. 布尔曼和 Г. И. 彼列列特^[12] (Бурман, Перелет)也指出了土壤湿度高时(灌水后)水分在夜间进入土壤表层的情况。

夜间水分的进入土壤表层,又采取什么形式,来自何处和为什么发生的呢?由于只是具有网状底部(它可以中断毛管水流,网孔为 0.25×0.25 毫米)的蒸发器,才增加其重量,而具有整片的底部

的蒸发器在夜間則減少1—2克重量，所以可以断定，水分是以气态形式从土壤深层进入的。

表2 1956年6月2至3日一晝夜內的土溫剖面（秋耕休閑地）

时 間	不 同 深 度 (米) 的 土 溫 (°C)				
	0.00	0.05	0.10	0.20	0.30
19	22.4	22.0	21.0	18.2	17.0
21	14.6	19.5	19.7	18.2	15.7
23	11.6	17.1	17.8	17.6	15.7
1	9.2	15.8	16.6	17.0	15.6
3	7.3	14.3	15.2	16.3	15.5
5	7.2	13.3	14.4	15.7	15.3
7	16.8	13.7	14.0	15.0	15.2
9	24.6	17.0	15.5	15.0	15.0
11	30.2	22.1	18.8	15.5	14.8
13	36.4	25.4	22.0	16.8	14.8
15	34.8	27.4	24.1	18.2	15.2
17	32.2	27.5	25.1	19.5	15.5
19	26.8	25.6	24.5	20.5	16.0

土溫的垂直梯度(夏季每一晝夜內改变两次方向)最可能是引起气态水移动和凝結的原因。这一点可从表2的数据和一些文献^[5,6]中看出来，表2表示实验地点一个典型的温暖的晴天的情况。土溫的垂直梯度使气态水不断地从温暖土层移动到較冷的土层。

白天土壤表面急剧增溫，气态水由于溫差的影响沿土壤剖面向下移动。

夜間土壤表层变冷，使溫度梯度改变方向，气态水則向上移动。根据我們的实验，随着土壤的干涸，耗于蒸发的水量也降低，同时并没有发现(在上述的秤重精度之下)夜間有水分进入蒸发器內。

从上文可以得出下列結論：

气态水积极地参与水分沿土壤剖面的再分布，当土壤湿度高

时(占土壤重量的26—29%),这种情况特别显著,气态水对于恢复土壤根栖层耗于蒸腾的贮水量起着巨大的作用。

(楊郁華、李仲三 譯自 Почвоведение, 1959, № 4, стр. 98—100)

参 考 文 献

- [1] Абрамова М. М. Опыты по изучению передвижения капиллярно подвешенной влаги при испарении. Почвоведение, 1948, № 1.
- [2] Бурман Э. А., Перелет Г. И. О некоторых особенностях испарения с различных подстилающих поверхностей. Метеорология и гидрология, 1954, № 5.
- [3] Буров Д. И. К вопросу о зоне испарения воды в условиях черноземных почв Заволжья. Почвоведение, 1951, № 1.
- [4] Долгов С. И. Исследования подвижности почвенной влаги и ее доступности для растений Изд. АН СССР, М.—Л., 1948.
- [5] Каганов М. А. и др. Влияние орошения на микроклимат почвы и приземного слоя воздуха. Гидротехника и мелиорация, 1953, № 1.
- [6] Колясев Ф. Е. О влажности почвы и приемах ее сохранения. Сов. агрономия, 1948, № 3.
- [7] Колясев Ф. Е., Мельникова М. К. К теории дифференциальной влажности почвы. Почвоведение, 1949, № 3.
- [8] Колясев Ф. Е., Мельникова М. К. Передвижение воды в почве в условиях освоенной травопольной системы земледелия. Гидротехника и мелиорация, 1951, № 5.
- [9] Максимов Н. А. Развитие учения о водном режиме и засухоустойчивости растений от Тимирязева до наших дней. М.—Л., 1944.
- [10] Мичурин Б. Н. Водный баланс поля яровой пшеницы в условиях орошаемого заволжья. Сб. трудов по агроном. физике, вып. 7, Сельхозгиз, 1954.
- [11] Петров Е. Г. Орошение в овощеводстве. Сельхозгиз, 1953.
- [12] Роде А. А. Почвенная влага. Изд-во АН СССР, 1952.
- [13] Тараканов Г. И. Роль термического фактора в перераспределении влаги в почве. Почвоведение, 1955, № 9.

罗斯托夫州蓄水灌溉和生长期 灌溉的土壤水分平衡

Б. Н. 米丘林 Ф. Е. 科里亚谢夫

緒 言

蓄水灌溉的主要意义在于：如果在这种或那种农作物生长期开始之前就能使植物的水分有效貯存接近于植物需水量的話，那么，这些貯水量在植物整个生长期內能保証植物得到不断的水分供应，从而确保高产。

在这个定义中包括着一个假定，即蓄水定額（与降水量一起构成需水定額）全部保持在土壤根栖层或保持在使毛管水能滲漏到根栖干涸带的那个土层內，并且这种水分能全部被植物所利用。

根据 М. И. 布迪科和 М. И. 尤金^[1]的資料，罗斯托夫的蒸发力值（用每月毫米数表示）为：4 月——85，5 月——125，6 月——145，7 月——150。

如果把冬小麦生长期內的需水量与从 4 月 1 日起至 7 月 15 日止可能的蒸发量相比的話，則需水量为 400 毫米。根据多年平均資料，本年 10 月至次年 6 月时期內的降水量为 300 毫米。由此可見，水分的差額是 100 毫米。

在个别年份，冬小麦生长期內的降水量不超过 200 毫米。这样，水分的差額即为 200 毫米。

因而，在我們所研究的条件下，根据一年的干旱程度，蓄水定額在 100—200 毫米間变化。这些計算就是蓄水灌溉和生长期灌溉实验的依据。

田間实验

蓄水灌溉和生长期灌溉的試驗曾在罗斯托夫州的“共产主义之路”集体农庄和“收获节”集体农庄(巴加耶夫区)的土地上进行。

試驗的作物是冬小麦,品种是奧德薩 12 号。前茬全为春小麦。

在“共产主义之路”集体农庄做試驗的是第 4 号田。这块田的一部分(面积 2.3 公頃)曾于 1952 年秋进行过定額为 150—200 毫米的蓄水灌溉。另一部分(面积 2.66 公頃)未灌溉(对照地)。

在“收获节”集体农庄做了三种处理,第一种处理是在第 2 号田上进行的,1952 年秋曾在这块田上进行过一次定額为 150 毫米的蓄水灌溉。而春季在同一田上进行了一次定額为 80—100 毫米的生长期灌溉。

一部分田沒有灌溉,做为对照田。第三种处理是在第 1 号田上进行的,这块田上进行了一次蓄水灌溉和分蘖阶段的生长期灌溉。

蓄水灌溉、播种和耕作均由全苏列宁农业科学研究院全苏农业机械化研究所的考察队进行。

方 法

为了說明植物生活的土壤条件,曾测定了从表土到潛水面的土壤-土質层的物理特性和水分特性。潛水埋藏的深度为 4—6 米。

土壤的物理特性和水分特性是用下面的一些量表示的:坚实度、比重、孔隙度、田間持水量、植物生长阻滯湿度、稳定凋萎湿度、最大吸湿量。

土壤的坚实度是用 1 公升大小的圓柱状金属容器取原状土样进行测定的。

田間持水量用淹沒 2×2 平方米面积的办法进行测定。

稳定凋萎湿度值是根据小麦生长期结束后的土壤剩余湿度和根据最大吸湿量测定的。

植物生长阻滞湿度是在野外通过测定小麦凋萎初期土壤湿度的办法来测定的。

在小麦的整个生长期內測定 0—200 和 0—600 厘米的土层的土壤湿度。

在第一层內,土壤湿度的观测每隔 5—7 天进行 1 次。

在第二层內,在三个時間內測定湿度的状况,即春季、生长中期和生长末期。

研究土壤湿度状况和水分平衡要素是結合研究土壤的热状况和农田的热量平衡要素以及結合近地层气温和空气湿度的变化来进行的^[3]。

研究土壤和近地面空气层的物理条件是結合对小麦的成长和发育的观测进行的。为此目的,每周进行了有机质、植株高度及其发育阶段的記載。

通过这样的步骤获得了用来研究土壤的和近地面空气层的物理条件与植物成长之間关系的資料。

植物生活的物理条件可以用土壤的水分、热量和空气状况及近地面空气层的温度和湿度状况来说明。种植农作物的农田水分状况可用农田的水分平衡来确定,而热量状况則用热量平衡来确定。所以农田的水分状况和热量状况可以用水分平衡和热量平衡方程式定量地加以說明。

在秋季进行蓄水灌溉的情况下,冬小麦田在生长期內的水分平衡,可用下式表示:

$$B_b + OC - B_s - H - T_p = 0, \quad (1)$$

式中 B_b ——生长初期的貯水量, B_s ——生长末期的貯水量, OC ——降水量, H ——土壤蒸发, T_p ——蒸騰的水分。

分析此方程式可以得出結論,在蓄水的条件下, B_b ——可以等于田間持水量, B_s 等于稳定凋萎湿度,而其差額可以等于生长初期植物有效水分的含量(用 ΔPB 来代表);于是

$$\Delta PB = B_n - B_s. \quad (2)$$

根据式(2)可将水分平衡方程改写为:

$$\Delta PB + OC - H - T_p = 0. \quad (3)$$

如果土壤的蓄水湿润层厚度和某些水分特性是已知的,那么可根据下式求出 ΔPB 的值:

$$\Delta PB = \frac{(w_n - w_s) h d}{10} \text{ MM}, \quad (4)$$

式中 w_n ——田间持水量(重量百分数), w_s ——收获后的剩余湿度(或弗朗采松所说的最大吸湿量), h ——湿润层的厚度(单位为厘米), d ——土壤层的坚实度(单位为克/立方厘米)。

由此可见,水分平衡收入部分的全部值都是容易测出的。

水分平衡的支出部分是由蒸腾量和土壤的物理蒸发量组成的。

当土壤水分为悬着状态时,可以根据生长期个别阶段和整个生长期的土壤含水量变化,来测定昼夜的总蒸发量。

当土壤有渗漏时,在某一个时间间隔内的土壤湿度差不可能等于总蒸发量,因为在此种情况下,土壤可能有上升水,也可能有下降水。

这时,按水分平衡法计算的蒸发量可以用按热量平衡法计算的蒸发量加以对照。热量平衡方程式为:

$$R - LE - M - P = 0, \quad (5)$$

式中 R ——辐射平衡值, LE ——蒸发耗热量, M ——作用面与土壤深层的热交换, P ——进入空气的热乱流, L ——汽化潜热。

在水分平衡方程式和热量平衡方程式中包括有共同的项目——蒸发。由此可以得到需水量、蒸发量、辐射平衡值三者间的函数关系。

下面将进一步说明这些数值,并探讨这些数值之间的数量关系。

土 壤

顿河二级阶地的土壤属于南方黑土亚类,这里就是“共产主义

之路”和“收获节”两集体农庄的所在地。

为了论述这些土壤的结构,我们做了土壤剖面 1 的记录。

土壤剖面 1 是在“收获节”集体农庄(烏西曼村)境内。頓河二級阶地为一辽阔的冲积平原。它高出一級(河漫滩)阶地的高度不到 8—10 米。由于地表坡度小和水路网的侵蚀性弱,故地表径流和土壤内水流都很缓慢。

A'——0—12(15) 厘米。暗灰色,质地为重壤土,上部为板状结构,下部是团粒核状结构。且逐渐向下层过渡。

A''——12—45(50) 厘米。比上层稍暗,小团粒状和小核状结构,质地为重壤土,被大的垂直裂隙所分裂,受禾本科植物的根纹所贯穿。过渡是逐渐的。

B——50—90 厘米。杂色,腐殖质渍染夹杂着黄棕色母质。在深 80—90 厘米处出现眼状石灰斑;被裂隙分碎为稜状个体,有细孔。质地属重壤土。

C——90—150 厘米。黄土状黄色重壤土,有小孔,坚实。当碾碎时成尘状的小团聚体。被垂直和水平裂隙分碎为稜状个体。有大量的眼状碳酸盐新生体。腐殖质色泽呈条纹状沿裂隙伸展到 125 厘米深处。

C——150—270 厘米。黄土状黄色壤土,有晶巢状的石膏新生体。在深 2 米处,母质的裂隙消失。

C_{xc}——270—360 厘米。也是黄土状壤土,呈块状,有细孔,湿润。当干涸时,在剖面上出现硫酸盐和氯化物盐霜现象。有丛状结晶的稀疏石膏斑。

D——360—600 厘米。黄土状碳酸盐壤土,坚实,有细孔,湿润。

潛水面深度 6 米。

从上述的土壤记录中可看出,易溶盐类淋洗到 2.7 米深处。石膏层在深 1.5 米处,碳酸盐层则在 90 厘米深处。

表 1 是母质和土壤的质地资料。

表 1 頓河二級階地南方黑土的质地(巴加耶夫区烏西曼村)

采取土样的 深度(厘米)	质 地 粒 級 的 大 小 (毫 米)					
	1—0.25	0.25—0.05	0.05—0.01	0.01—0.005	0.005—0.001	<0.001
0—20	0.5	2.19	24.72	7.83	12.70	51.07
190—200	无	3.08	30.32	8.83	13.82	43.95

表 2 頓河二級階地土壤的物理特性和水分特性
(“共產主義之路”集体农庄, 烏西曼村)

深 度 (厘米)	比 重 ($\frac{\text{克}}{\text{厘米}^3}$)	坚 实 度 ($\frac{\text{克}}{\text{厘米}^3}$)	总 孔 隙 度	田间持水量		空 气 容 量	凋 萎 湿 度		最大吸湿度	
				占 重 量 的 百 分 数	占 容 积 的 百 分 数		占 重 量 的 百 分 数	占 容 积 的 百 分 数	占 重 量 的 百 分 数	占 容 积 的 百 分 数
0—10	2.58	1.20	53.5	34.6	41.6	11.9	14.2	17.0	7.4	8.9
10—20	—	1.22	53.2	30.6	37.3	11.5	14.0	18.5	—	—
20—30	2.62	1.24	52.7	29.8	37.0	15.7	13.6	17.0	7.7	9.5
30—40	—	1.25	52.4	29.3	36.7	15.7	13.7	17.1	—	—
40—50	2.60	1.30	50.5	27.5	35.7	14.8	13.9	17.8	—	—
50—60	—	1.36	48.2	27.1	36.8	11.4	13.9	18.9	8.0	10.7
60—70	2.62	1.38	47.4	25.0	34.5	12.9	13.4	18.6	—	—
70—80	—	1.41	46.3	24.3	34.3	12.0	13.2	18.6	7.4	10.4
80—90	2.63	1.45	44.8	23.3	33.8	11.0	13.4	19.4	—	—
90—100	—	1.48	43.8	22.4	33.2	10.6	13.2	19.5	6.8	10.0
100—110	2.63	1.56	40.8	21.7	33.8	7.0	13.5	21.0	—	—
110—120	—	1.56	40.8	21.8	34.0	6.8	14.6	22.8	6.6	10.3
120—130	—	1.57	40.3	21.4	33.6	6.7	13.7	21.6	—	—
130—140	—	1.57	40.3	21.6	33.9	6.4	14.2	22.3	—	—
140—150	2.70	1.57	41.8	21.7	34.0	7.8	14.5	22.8	—	—
150—160	—	1.57	41.8	22.0	34.6	7.2	14.5	22.6	—	—
160—170	—	1.56	41.9	22.5	35.1	6.8	14.5	22.8	—	—
170—180	—	1.57	41.8	22.8	35.8	6.0	14.5	22.8	5.8	9.1
180—190	—	1.58	41.5	21.8	34.5	7.0	14.5	22.9	—	—
190—200	2.70	1.60	40.8	22.5	36.0	4.8	14.5	22.2	—	—
200—220	—	1.65	39.0	22.2	36.6	2.4	—	—	5.6	9.2
220—230	—	1.66	36.0	22.5	37.3	1.3	—	—	—	—
230—240	—	1.65	37.0	22.8	37.6	1.4	—	—	—	—
240—250	2.63	1.64	38.0	22.1	36.2	1.4	—	—	5.6	—
250	2.63	1.64	38.0	22.2	36.0	1.4	—	—	5.6	—
260	—	1.60	39.2	22.6	36.2	3.0	—	—	—	—
270	—	1.57	40.3	22.3	36.0	5.3	—	—	—	—
280	—	1.57	40.3	21.9	34.4	5.9	—	—	—	—
290	—	1.57	40.3	22.0	34.6	5.7	—	—	5.6	8.6