自动化耕地质量等级评定计算在国土资源工作中的应用

居烨

（青田县国土资源局、丽水市、浙江省、323900）

## 【摘要】

根据国土资源部《关于强化管控落实最严格耕地保护制度的通知》（国土资发〔2014〕18号）和浙江省国土资源厅《关于做好建设项目“占优补优’耕地占补平衡工作的通知》（浙土资函[2015]48号）以及《浙江省国土资源厅关于贯彻落实建设项目“占优补优”耕地占补平衡工作的补充通知》（浙土资函〔2015〕78号）的文件要求，以“补改结合”方式落实耕地占补平衡。

本文以2.3.1. 1∶1万县级耕地质量等级数据库，根据《浙土资办〔2015〕18号浙江省国土资源厅办公室关于印发《浙江省土地整治补充耕地质量等级评定办法（试行）》的通知》的办法规定，通过计算机技术对耕地质量可提升潜力进行了预估分析计算，为耕地质量提升项目的选取落实提供了数据基础。

【关键词】：耕地质量等级；预估分析；自动化；.Net

# 绪论

## 背景

根据国土资源部《关于强化管控落实最严格耕地保护制度的通知》（国土资发〔2014〕18号）的要求，党中央、国务院高度重视耕地保护工作。党的十八大、十八届三中全会和中央经济工作会议、城镇化工作会议、农村工作会议就严防死守18亿亩耕地保护红线、确保实有耕地面积基本稳定、实行耕地数量和质量保护并重等提出了新的更高要求。

根据浙江省国土资源厅《关于做好建设项目“占优补优’耕地占补平衡工作的通知》（浙土资函[2015]48号）以及《浙江省国土资源厅关于贯彻落实建设项目“占优补优”耕地占补平衡工作的补充通知》（浙土资函〔2015〕78号）的文件精神，从2015年开始要按照“占优补优” 、“占水田补水田”的原则，补充耕地质量等级不得低于占用耕地质量等级，占用水田必须补充同等数量的水田。除对交通、能源、水利等基础设施项目，教育、医疗、城市道路等城市基础设施项目，以及军事项目，因受客观条件限制，确实无法直接做到“占优补优”、“占水田补水田”的，允许采取“补改结合”方式，以补充耕地项目新增的旱地和“旱地改水田”耕地质量提升项目增加的水田共同落实占水田补水田任务，实现耕地数量和质量占补平衡。2015年度采取“补改结合”方式落实耕地占补平衡的，拟安排的“旱地改水田”耕地质量提升项目必须已经省国土资源厅同意并完成立项和规划设计。

“补改结合”方式落实耕地占补平衡是指在垦造优质耕地的基础上，提升现有耕地质量、将旱地改造为水田，以补充耕地数量落实建设占用耕地“占一补一”，以提升耕地质量落实建设占用耕地“占优补优”，以旱地改造水田落实建设占用耕地“占水田补水田”。

有序开展耕地质量提升项目建设，结合1∶1万县级耕地质量等级数据库，开展耕地质量提升潜力调查，结合“十三五”时期经济建设需求和“千万亩耕地质量提升工程”、表土剥离工作，统筹规划，明确耕地质量提升区域和目标任务，建立耕地质量提升项目库，制定年度实施计划，并将其列入土地整治规划的内容。耕地质量提升项目实施程序和项目管理可参照高报标准基本农田项目（建设类）施行，同时必须满足项目设计规模不低于100亩且集中连片，项目选址优先在土地利用总体规划的永久基本农田保护区范围内，项目竣工后耕地质量等级（利用等）提升1个等级以上。耕地质量提升项目竣工验收后，耕地质量达到高标准基本农田建设要求的，允许按“建设类”标准认定为高标准基本农田。

## 概述

通过计算机技术对现有数据进行分析，参照《浙土资办〔2015〕18号浙江省国土资源厅办公室关于印发《浙江省土地整治补充耕地质量等级评定办法（试行）》的通知》（浙土资办[2015]18号）的文件内容，对原有数据进行预估计算，估算地块提升潜力。

## 研究的目的和意义

为了实现“补改结合”方式，寻找可提升耕地资源，有效提升地块耕地质量等级，才能更好地落实耕地占补平衡。所以，有效快捷地筛选原有耕地资源，对现在数据进行重新计算，可以有效遴选，建立可提升耕地后备资源库，为进一步实现“补改结合”方式落实耕地占补平衡创造有利条件。

# 耕地质量等级评价体系

## 工作依据

为贯彻落实最严格的耕地保护制度，加强耕地占补平衡管理，根据《浙江省土地整治条例》和国土资源部《关于强 化管控落实最严格耕地保护制度的通知》（国土资发〔2014〕 18 号）精神，省厅制定了《浙江省土地整治补充耕地质量等级评定办法（试行），用于本省范围内各类土地整治项目补充耕地质量等级的评定工作。其他土地整治项目耕地质量待级评定，可参照本办法执行。

## 依法依规原则

严格遵循《浙江省土地整治条例》；严格遵循《农用地质量分等规程》（GB/T 28407-2012）的基本原则、技术路线、方法步骤开展补充耕地质量等级评定工作。

## 耕地质量评定收集资料

### 1∶1万县级耕地质量等级数据库

### 耕地质量等级评定分等因素记分规则表（见附录A）

## 耕地质量等级计算方法

### 自然质量分计算

采用加权平均法，计算各监测单元各指定作物的耕地自然质量分。加权平均法的计算公式为：

式中：

——监测单元指定作物的耕地自然质量分；

j——指定作物编号；

k——分等因素编号；

——第j种指定作物第k个分等因素的指标分值，取值为（0～100]；

——第k个分等因素的权重。

### 监测单元自然质量等指数计算

查作物光温（气候）生产潜力指数和产量系数比，数据读取1：1万县级耕地质量等级数据库指定作物1、2的光温生产力指及产量系数比。

### 计算监测单元自然质量等指数

第j种指定作物的自然质量等指数由下式计算：

式中：

——第j种指定作物的自然质量等指数；

——第j种作物的光温（气候）生产潜力指数；

——第j种指定作物的耕地自然质量分；

——第j种作物的产量比系数

## 耕地自然质量等指数由下式计算：

通过读取原数据库可知，我县耕作制度为一年两熟，所以套用公式（一）进行计算。

式中：

R——该地块耕地自然质量等指数；

——第j种指定作物的自然质量等指数；

### 确定土地利用系数

通过读取原数据库可查询该地块土地利用系数，直接引用土地利用系数。

具体字段参看附表A.3。

### 省级利用等计算

省级利用等计算公式如下

式中 ：

Y——该地块利用等指数；

R——该地块耕地自然质量等指数；

——该地块的土地利用系数；

### 国家利用等指数转换及等级划分

国家利用等转换公式如下：

式中：

Y——省级利用等指数；

——国家利用等指数。

根据附录表A.4的等指数区间，划定耕地质量等级，即：

式中：

——国家利用等指数；

——国家耕地利用等级

### 计算小结

综上所述，国家利用等指数计算公式可总结为：

国家耕地质量等级计算参看后面3.5的代码说明。

# 系统选择及设计概述

## 平台选择

### 开发平台使用Visual Studio 2015，框架为.Net Framework 4.0+DotSpatial + IronRuby。

### 基于Windows平台开发，Mac OSX可用MonoDevelop工具生成。

## DotSpatial概述

### DotSpatial是一套基于.Net Framework 4.0平台开发的开源GIS类库，整套类库用C#语言编写而成。近年来GIS开源软件发展很快，DotSpatial是众多GIS开源软件中功能比较全面、扩展性比较好的一款，它提供空间数据的处理、分析、投影等功能。传统的GIS商业软件虽然开发文档齐全，支持多种GIS数据格式，但是授权昂贵，并且安装占用大量的磁盘空间，例如使用ArcGIS Engine开发需要在目标机器安装配套环境，不利于程序打包移植运行。

### DotSpatial构成。DotSpatial是一套基于.Net Framework 4.0平台开发的开源GIS类库，整套类库是使用C#语言编写完成，以GNU LGPL授权（GNU Library General Public License）形式开放源代码，目前整个项目由几十个开发者共同维护，并且不断地有新的开发人员参其中。

### DotSpatial的类库可供其他程序直接调用，Mapwindow 6、Hydro desktop、Mad、Area of Review、Marine Life等开源GIS软件使用了DotSpatial的类库提供的功能。为了让开发者迅速熟悉这套类库，官网提供了一个已经编译好的简易示例程序。该程序支持Shapefile文件，实现了缩放、平移等常见GIS操作，并且支持扩展。

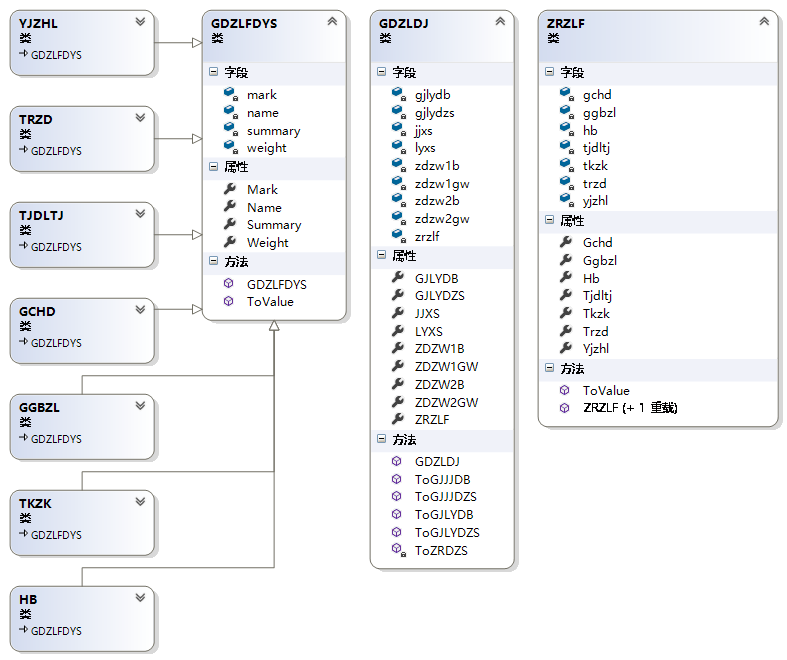
### DotSpatial提供基于.Net和处理GIS的功能控件，其中包括：在窗体程序和网页中显示地图；打开shp、grids、rasters和images文件；渲染符号和标签；重设投影；操作和显示数据属性；数据分析功能；读取GPS数据。

## Ruby概述

Ruby 是一种面向对象、命令式、函数式、动态的通用编程语言。遵守BSD许可证和Ruby License。它的灵感与特性来自于Perl、Smalltalk、Eiffel、Ada以及Lisp语言。在.Net平台中可使用IronRuby实现跨语言调用

该程序中，通过调用Ruby脚本，以插件形式实现对耕地利用等别、经济等别的计算，同时方便实现后期的管护与修订。

## 类图设计



字段说明：

GDZLFDYS：耕地自然分等因素；包含四个属性：Mark表示分值，Weight表示该类型权重，Summary表示当前分数的描述，Name表示当前类型；该类有七个派生类，分别对应附录表A.1的七个分等因素：田间道路条件、田块状况、土壤质地、耕层厚度、有机质含量、灌溉保证率、海拔；派生类初始化时设定各自对应权重值。

程序初始化时，通过LINQ方式读取对应配置的xml文件，获取所属类型描述及对应分值（对应分值详见附表A.1），建立以Summary值为key，Mark值为Value的哈希表。在修改对应分等因素状态时，修正对应分值。

ToValue()方法用于计算当前分等因素分值乘以权重。

ZRZLF：自然质量分；包含耕地自然分等因素的七个要素，ToValue()方法用于计算七个要素加权平均后的值。

GDZLDJ：耕地质量等级；包含9个属性，ZRZLF即为自然质量分，其余字段参照附录表A.3对应1：1万耕地质量等级图层数据库字段。ToGJLYDXS()方法为计算国家利用等指数，ToGJLYDB()方法调用interface中的ruby脚本，对应所在国家利用等范围，返回对应等级。（其余方法为计算国家经济等指数、等别及自然等指数，因为耕地质量等级只考虑国家利用等固不作说明）。

## 国家耕地质量等级计算说明（Ruby代码）

|  |
| --- |
| **class** **GJLYDB**  LV1=2800..3000  LV2=2600..2800  LV3=2400..2600  LV4=2200..2400  LV5=2000..2200  LV6=1800..2000  LV7=1600..1800  LV8=1400..1600  LV9=1200..1400  LV10=1000..1200  LV11=800..1000  LV12=600..800  LV13=400..600  LV14=200..400  LV15=0..200  **def** getGJLYDB(zs) list=[LV1,LV2,LV3,LV4,LV5,LV6,LV7,LV8,LV9,LV10,LV11,LV12,LV13,LV14,LV15]  i=0  **while** zs>0  **if** list[i].include?(zs)  **return** i+1  **end**  i+=1  **end**  **return** -1  **end**  **end** |

## 预估等级计算说明

在计算过程中，海拔与土壤质地为不可调整因素，因此读取原有数据库数据后不作计算，字段说明按原有数据计算所占分值；田间道路条件、田块状况、耕层厚度、有机质含量、灌溉保证率这五项为可调整因子，可以通过后期耕地质量提升方案，通过对地块重新建设，修建水渠、平整地块、增施有机肥、调整灌溉等方式实现对其质量分值，从而提升自然质量分因子的大小。

除海拔和土壤质地两项为人工不可控因素外，其余部分均为可以通过后期项目开发、管护提升评价等级，所以理论上可以将除海拔和土壤质地以外的因素提至满分，即为理论状态下该地块可达到的最高质量分。

指定作物光温生产力指数、产量比系数，以及熟制为固定因子，直接读取原有数据；土地利用系数已在国土资源部备案，暂时无法修改，所以以原数据库数据为准。

综上所述，可影响因子为自然质量分，其余均可以通过读取原有数据获取，通过计算理论状态下最高自然质量分，再加权平均后得出对应国家利用等级，与原数据库中国家利用等级相减即可得出该地块可提升耕地质量等级的理论最大值。

# 结论

## 分析结果

通过该程序，成功对原县级1：1万耕地质量等级数据库中的29402个地块进行了分析再计算工作，预估了全县范围内耕地质量理论可提升潜力4级地块588个，共计638.2316公顷；理论可提升潜力3级地块2301个，共计2340.3596公顷；理论可提升潜力2级地块11323个，共计13550.7677公顷；理论可提升潜力1级地块12308个，共计14544.8885公顷，为我县范围内开展耕地质量等级提升项目提供了有力的数据支持。

## 不足与改进

### 计算效率不足

因为原设计没有考虑多线程问题，直接以DataTable形式加载底图数据 ；而微软出于对性能的考虑，修改 DataTable 的操作并没有被设计成线程安全的，所以必须使用lock语句对数据进行多线程计算。

但在实际操作过程中，异步多线程对数据进行写入操作会出现错误，所以多线程的实现上数据同一时间只能被一个线程进行写入操作，所以存在效率比较低下运算时间过久的问题。

另一方面，因为计算中调用Ruby脚本的关系，增加了一定的复杂度，也影响了计算的效率。

### 影像显示

由于时间关系没有编写相关模块，只能在计算出结果后另存为shp文件在ArcGIS中进行图像的显示操作，增加了一定的操作复杂度。

### 改进与展望

多线程实现，可通过多线程进行读取和计算操作，最后写入操作再另开一个线程进行单独操作；底图影像地实时显示，计算后的数据可直接成图显示查看。

# 参考文献

1. 《浙土资办〔2015〕18号浙江省国土资源厅办公室关于印发《浙江省土地整治补充耕地质量等级评定办法（试行）》的通知》（浙土资办[2015]18号）
2. DotSpatial项目地址 <https://dotspatial.codeplex.com/>
3. （规范性附录）

耕地质量等级评定分等因素记分规则表

表A.1浙西南山地区水稻-分等因素-自然质量分关系表

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 质量分值 | 田间道路条件 | 田块状况 | 土壤质地 | 耕层厚度（厘米） | 有机质含量（%） | 灌溉保证率（%） | 海拔（米） |
| 100 | 通达度高，路网布局合理，工程质量高  完全满足机械化运输要求，耕作便利 | 田块平整，连片，布局合理，完全满足农业机械化和规模化经营要求 | 壤土 | ≥20 | ≥3.0 | ≥85 | ≤10 |
| 95 |  | 田块平整，不连片，布局合理，满足农业机械化和规模化经营要求 |  | 18～20 |  |  | 10～50 |
| 90 |  |  | 粉砂壤土，粘壤土 | 15～18 | 2.5～3.0 | 70~85 | 50～150 |
| 85 | 通达度较高，路网布局合理，工程质量较高，可满足机械化运输要求，耕作较便利 | 田块平整，不连片，布局一般，基本满足农业机械化和规模化经营要求 |  |  |  |  |  |
| 80 |  |  | 壤粘土，砂壤土 |  | 2.0～2.5 |  | 150～300 |
| 75 |  |  |  |  |  |  |  |
| 70 | 通达度较高，路网布局一般，工程质量较高，基本满足机械化运输要求，耕作便利度中等 |  |  | 10～15 | 1.5～2.0 | 55~70 | 300～500 |
| 65 |  |  |  |  |  |  |  |
| 60 |  | 田块平整，破碎，布局一般，不能满足农业机械化和规模化经营要求 | 粘土 |  | 1.0～1.5 |  |  |
| 55 |  |  |  |  |  |  |  |
| 50 | 通达度较高，路网布局不合理，工程质量较高，不能满足机械化运输要求，耕作不便利 |  |  | <10 |  | 40~55 | 500～800 |
| 45 |  |  |  |  |  |  |  |
| 40 |  |  | 砂土 |  | 0.5～1.0 |  |  |
| 35 |  |  |  |  |  |  |  |
| 30 |  |  |  |  |  | ＜40 | 800～1000 |
| 20 |  |  |  |  | <0.5 |  |  |
| 15 |  |  |  |  |  |  |  |
| 10 |  |  |  |  |  |  | ＞1000 |
| 权重 | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.25 | 0.1 | 0.2 | 0.05 |

表A.2 浙西南山地区油菜-分等因素-自然质量分关系表

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 质量分值 | 田间道路条件 | 田块状况 | 土壤质地 | 耕层厚度（厘米） | 有机质含量（%） | 坡度（度） | pH值 | 有效土层厚度（厘米） |
| 100 | 通达度高，路网布局合理，工程质量高  完全满足机械化运输要求，耕作便利 | 田块平整，连片，布局合理，完全满足农业机械化和规模化经营要求 | 壤土 | ≥20 | ≥3.0 | 0～2 | 6.5～7.5 | ≥100 |
| 95 |  | 田块平整，不连片，布局合理，满足农业机械化和规模化经营要求 |  |  | 2.5～3.0 |  |  |  |
| 90 |  |  | 粉砂壤土，粘壤土 | 18～20 | 2.0～2.5 | 2～6 |  | 80～100 |
| 85 | 通达度较高，路网布局合理，工程质量较高，可满足机械化运输要求，耕作较便利 | 田块平整，不连片，布局一般，基本满足农业机械化和规模化经营要求 |  |  |  |  |  |  |
| 80 |  |  |  | 15～18 | 1.5～2.0 |  | 5.5～6.5 |  |
| 75 |  |  | 壤粘土，砂壤土 |  |  |  |  |  |
| 70 | 通达度较高，路网布局一般，工程质量较高，基本满足机械化运输要求，耕作便利度中等 |  |  |  | 1.0～1.5 |  |  | 60～80 |
| 65 |  |  |  | 10～15 |  |  |  |  |
| 60 |  | 田块平整，破碎，布局一般，不能满足农业机械化和规模化经营要求 |  |  |  | 6～15 |  |  |
| 55 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 50 | 通达度较高，路网布局不合理，工程质量较高，不能满足机械化运输要求，耕作不便利 |  | 砂土 |  | 0.5～1.0 |  |  |  |
| 45 |  |  | 粘土 |  |  |  |  |  |
| 40 |  |  |  |  |  |  | 4.5～5.5，7.5～8.5 | 30～60 |
| 35 |  |  |  | <10 |  |  |  |  |
| 30 |  |  |  |  |  | 15～25 | >8.5 |  |
| 20 |  |  |  |  | <0.5 |  | <4.5 | <30 |
| 15 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 10 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 5 |  |  |  |  |  | ＞25 |  |  |
| 权重 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.15 | 0.1 | 0.2 | 0.1 | 0.15 |

表A.3 1：1万县级耕地质量等级数据库字段说明

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 字段名称 | 字段代码 | 字段内容 |
| 1 | 图斑号 | BSM | 1 |
| 2 | 要素代码 | YSDM | 2007010110 |
| 3 | 单元编号 | DYBH | 3311211022090000081 |
| 4 | 图斑编号 | TBBH | 81 |
| 5 | 地类编码 | DLBM | 013 |
| 6 | 地类名称 | DLMC | 旱地 |
| 7 | 权属性质 | QSXZ | 32 |
| 8 | 权属单位代码 | QSDWDM | 3311211022090000000 |
| 9 | 权属单位名称 | QSDWMC | 莲树坑村 |
| 10 | 坐落单位代码 | ZLDWDM | 3311211022090000000 |
| 11 | 坐落单位名称 | ZLDWMC | 莲树坑村 |
| 12 | 图斑地类面积 | TBDLMJ | 675.64000000000 |
| 13 | 图斑面积 | TBMJ | 997.82000000000 |
| 14 | 指标区代码 | ZBQLXDM | Ⅳ204 |
| 15 | 熟制 | FZLXDM | 2 |
| 16 | 国家级标准耕作制度 | BZGZZD | 早稻-晚稻 |
| 17 | 土地利用系数 | LYXS | 0.71400000000 |
| 18 | 土地经济系数 | JJXS | 0.55800000000 |
| 19 | 早稻自然质量分 | ZD\_ZRZLF | 0.72300000000 |
| 20 | 晚稻自然质量分 | WD\_ZRZLF | 0.72300000000 |
| 21 | 自然等指数 | ZRDZS | 2655 |
| 22 | 自然质量等别 | ZRD | 18 |
| 23 | 利用等指数 | LYDZS | 1896 |
| 24 | 等用等别 | LYD | 13 |
| 25 | 经济等指数 | JJDZS | 1058 |
| 26 | 经济等别 | JJD | 8 |
| 27 | 国家自然等指数 | GJZRDZS | 2954 |
| 28 | 国家自然等别 | GJZRD | 8 |
| 29 | 国家利用等指数 | GJLYDZS | 1212 |
| 30 | 国家利用等别 | GJLYD | 9 |
| 31 | 国家经济等指数 | GJJJDZS | 1147 |
| 32 | 国家经济等别 | GJJJD | 10 |
| 33 | 土壤肥力 | TRFL | 4 |
| 34 | 表层土壤质地 | BCTRZD | 2 |
| 35 | 土壤有机质含量 | TRYJZHL | 4.00000000000 |
| 36 | 障碍层距地表深度 | ZACJDBSD | 13 |
| 37 | 灌溉保证率 | GGBZL | 3 |
| 38 | 海拨高度等别 | HBGD | 5 |
| 39 | 土壤肥力值 | TRFLZ | 50~60 |
| 40 | 表层土壤质量值 | BCTRZDZ | 粉砂壤土\粘壤土 |
| 41 | 土壤有机质含量值 | TRYJZHLZ | ≧3 |
| 42 | 耕作层厚度 | ZACJDBSDZ | 10~15 |
| 43 | 灌溉保证率值 | GGBZLZ | 30~50 |
| 44 | 海拔高度值 | HBGDZ | 300~500 |
| 45 | 指定作物1名称 | ZDZW1MC | 水稻 |
| 46 | 指定作物1光温生产力指数 | ZDZW1GW | 1836 |
| 47 | 指定作物1产量比系数 | ZDZW1B | 1.00000000000 |
| 48 | 指定作物2名称 | ZDZW2MC | 水稻 |
| 49 | 指定作物2光温生产力指数 | ZDZW2GW | 1836 |
| 50 | 指定作物2产量比系数 | ZDZW2B | 1.00000000000 |

表A.4 等别和等指数对应关系表

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 自然等级 | 自然等指数范围 | 利用等级 | 利用等指数范围 | 经济等级 | 经济等指数范围 |
| 1 | 5600—6000 | 1 | 2800—3000 | 1 | 2800—3000 |
| 2 | 5200—5600 | 2 | 2600—2800 | 2 | 2600—2800 |
| 3 | 4800—5200 | 3 | 2400—2600 | 3 | 2400—2600 |
| 4 | 4400—4800 | 4 | 2200—2400 | 4 | 2200—2400 |
| 5 | 4000—4400 | 5 | 2000—2200 | 5 | 2000—2200 |
| 6 | 3600—4000 | 6 | 1800—2000 | 6 | 1800—2000 |
| 7 | 3200—3600 | 7 | 1600—1800 | 7 | 1600—1800 |
| 8 | 2800—3200 | 8 | 1400—1600 | 8 | 1400—1600 |
| 9 | 2400—2800 | 9 | 1200—1400 | 9 | 1200—1400 |
| 10 | 2000—2400 | 10 | 1000—1200 | 10 | 1000—1200 |
| 11 | 1600—2000 | 11 | 800—1000 | 11 | 800—1000 |
| 12 | 1200—1600 | 12 | 600—800 | 12 | 600—800 |
| 13 | 800—1200 | 13 | 400—600 | 13 | 400—600 |
| 14 | 400—800 | 14 | 200—400 | 14 | 200—400 |
| 15 | 0—400 | 15 | 0—200 | 15 | 0—200 |