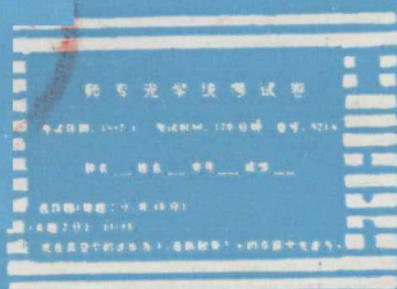


高等学校教学参考书

# 光学试题库

GUANG XUE SHI TI KU

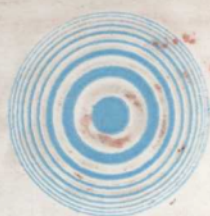
郭胜康 主编



青岛海洋大学出版社

电脑编辑：潘 波

电脑绘图：董荣生 黄力明



ISBN 7-81026-319-6/O·29

定价：6.60 元

高等学校教学参考书

# 光学题库

主 审 邱坤荣

主 编 郭胜康

|     |     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|-----|
| 副主编 | 曹国荣 | 蔡起涛 | 曲世鸣 | 徐寿泉 |
| 编 者 | 郑汉豪 | 蒋林杰 | 孟振庭 | 徐金宏 |
|     | 胡成心 | 尹忠文 |     |     |

青岛海洋大学出版社

(鲁)新登字 15 号

## 编写说明

《师专光学试题库系统》是江苏省教委高校教学处委托镇江师专郭胜康同志研制的教学研究课题,经过近三年的精心研制,1992年6月14日通过省级鉴定。本书是在该试题库基础上,扩充部分试题编写出版的。本书共分试题库建设的理论与管理、光学试题库和试题库解答三部分,并附统考试卷和测试统计分析结果。

本书可作为师专和教育学院物理专业的教学参考书,也可作为综合大学、师大、师院物理专业、高等工科大学有关专业和中学物理教师的教学参考书。

高等学校教学参考书

光学试题库

郭胜康 主编

\*

青岛海洋大学出版社出版发行

青岛市鱼山路5号

邮政编码 266003

新华书店经销

镇江市税务印刷制品厂印刷

\*

1993年8月第1版 1993年8月第1次印刷

32开本(850×1168毫米) 11.25印张 282.2千字

印数 1—4500

ISBN 7—81026—319—6/O·29

定价: 6.60元

## 前 言

为了加强课程的标准化建设,深化教学改革,1989年江苏省教委高校教学处委托镇江师专研制《师专光学试题库系统》。这是光学课程教学中命题方式的一项重要改革,实现了由常规传统命题到采用计算机随机抽样命题方式的根本性转变,这种命题方式,大大提高了测试的客观性和科学性,避免个人出题的主观性和随意性。

试题库系统的建设是一项浩繁的系统工程,我们是通过师专光学教学研究会组织实施的,全国有16省一市,46所师专和教育学院参加试题库系统的研制和统考测试,经过近三年的精心研制和四次统考测试,于1992年6月14日正式通过江苏省教委组织的专家鉴定,专家一致认为《师专光学试题库系统》内容符合国家教委颁发的“师专光学教学大纲”对知识和能力的要求,试题质量较高、难度适中、覆盖面较大,体现了师专的教育目标和特色。试题库系统的总体设计、组卷方式、测试理论、排版方式和绘图系统方面均达到国内师专的领先水平。《师专光学试题库系统》在国内尚属首次研制,填补了师专题库建设的空白。鉴定会专家建议向全国师专和教育学院推广使用,并建议将试题库的内容稍加扩充修改,可向本科院校推广,为了推广试题库建设的科技成果,配合软盘的使用,省教委教学处决定正式出版《光学试题库》,以促进教学质量的提高。

本试题库有选择、填空、作图和计算题共1680道试题,并附有解答。可作为师专和教育学院物理专业的教学参考书,也可作为综合大学、师大、师院物理专业的教学参考书。

本书由郭胜康同志担任主编,曹国荣、蔡起涛、曲世鸣、徐寿泉

同志任副主编,参加编写的还有郑汉豪、蒋林杰、孟振庭、徐金宏、胡成心、尹忠文等同志。邢新山、孙慕渊、孟庆苗、顾运厅等同志也提供了部分试题。

本书由邱坤荣同志任主审。王家郇、郭振华、蔡文娟、刘谨、陈朴深等同志参加部分试题的初审工作。他们对题库建设的理论、测试和管理,以及试题的取舍和深广度提出许多宝贵意见。

本书计算机软件和编辑排版工作是由潘波工程师完成的,本书的计算机绘图工作是由董荣生、黄力明工程师完成的,在此一并表示感谢。

《光学试题库》尚属首次出版,由于没有经验和水平所限,不妥甚至错误之处在所难免,敬请读者提出宝贵意见。

---

编 者

一九九三年六月

## 序

我十分高兴地阅读了由镇江师专郭胜康副教授主编的《光学题库》一书。这本书是在江苏省教委于 1989 年委托镇江师专研制,并于 1992 年 6 月通过专家鉴定的《师专光学题库系统》的基础上,加以扩充、修改而成的。参加这个系统研制和测试的有全国 17 个省、市的 46 所师专、教院有关物理教师,因此,此书可以说是广大物理教师学术水平和教学经验的结晶。

《光学题库》具有“师专特色、光学特点”,不仅符合师专教育目标和《光学》课程教学基本要求,而且符合教学规律,具有较强的实践性和操作性,是一本融教学内容与计算机技术以及教学设计于一体的教学参考书。这本书的问世对于师专物理教学改革和教学质量的提高将会产生重要影响,也将进一步促进计算机辅助教学软件的开发。因此,我郑重地向大家推荐这本书,并衷心祝贺它的出版。

当前,我国师专教育正处于面向基础教育改革与发展,适应社会主义市场经济需要的转型时期。我们应该按照“主动适应是动力,体制改革是关键,教学改革是核心,提高质量是目的”的思路,认真抓好教学改革,抓好专业建设、课程建设、教材建设、实习基地建设,不断提高教育质量,努力培养“合格+特色”的初中新教师。

秋实春华甘苦织,教海耕耘竭丹心,过眼风光皆绝胜,迎人日月更辉煌。愿师专的同志,在实现我国社会主义现代化建设的新目标、新任务,促进高等师范教育的发展、改革和提高,培养一批又一批跨世纪的高质量的中等教育新师资方面作出更大的贡献!

是以为序。

邱坤荣 1993 年 8 月 28 日于南京冷香斋

# 目 录

|       |                              |       |
|-------|------------------------------|-------|
| 第一部分  | 试题库建设的理论与管理 .....            | (1)   |
| 一.    | 试卷测试的统计理论与标准 .....           | (1)   |
| 二.    | 试题的难度与区分度 .....              | (5)   |
| 三.    | 试卷信度 .....                   | (8)   |
| 四.    | 试卷的效度 .....                  | (14)  |
| 五.    | 试题库微机管理系统 .....              | (17)  |
| 第二部分  | 光学试题库 .....                  | (24)  |
| 一.    | 选择题 .....                    | (24)  |
| 二.    | 填空题 .....                    | (150) |
| 三.    | 作图题 .....                    | (184) |
| 四.    | 计算题 .....                    | (218) |
| 第三部分  | 光学试题库解答 .....                | (245) |
| 一.    | 选择题答案 .....                  | (245) |
| 二.    | 填空题答案 .....                  | (253) |
| 三.    | 作图题图解 .....                  | (262) |
| 四.    | 计算题解答 .....                  | (287) |
| [附录一] | 师专光学统考试卷(卷号 921A) .....      | (341) |
| [附录二] | 师专光学统考试卷(921A)参考答案 .....     | (349) |
| [附录三] | 师专光学统考试卷(921A)测试统计分析结果 ..... | (352) |
| [附录四] | 《师专光学试题库系统》研制组学校名单和代号 .....  | (354) |

# 第一部分 试题库建设的 理论与管理

题库(Item bank)不是一个简单有序试题集(Item pool),它是一个运用教育测量学和教育统计学的原理和方法,借助于先进的计算机软件技术而建立起来的教育测量系统,也可以把它看成是一个动态标准的、为各种测试目的服务的试卷生成系统。题库一词来源于六十年代美国的一个全国教育研究课题(Wood and Shurmik 1969年)。人们将题库与银行联想起来,而把题库严格地看作贮存构成试卷的题目的题馆,也许更易于为大家所理解。

题库是适应考试事业的进一步科学化、标准化的需要而发展起来的。如果说题库建设是标准化考试的基础工作,题库建设理论的研究就是基础的基础。题库建设理论应包括试卷测试的统计理论,它反映一般考试遵循的统计规律性,根据考核的目的提出统计特征数,即平均值和标准差;试题和试卷质量分析的统计理论,根据考试的性质和目标确定试题的难度和区分度、试卷的信度和效度;教育目标分类理论,以确保考试的内容效度,以及试题库系统的微机管理等内容。

## 一. 试卷测试的统计理论与标准

教育测量的科学化、规范化是现代教育管理之必需。考试是教育测量的一种普遍采用的重要手段,而试卷则是教育测量的重要工具。考试的过程实质上是根据一定的测量标准对学生达到教育目标程度的赋值过程,考生的分数反映考生知识和能力的水平。这种分数的分布有什么规律性呢?根据教育统计理论,考试的分数是

一种随机变量,它是由大量的相互独立的随机因素(如每生的知识和能力水平、学习方法、心理状态等)综合影响而形成的,很多大型考试以及我们四次师专光学统考测试的实践都证明,考生的分数服从或接近于正态分布。理论和实践都证明,正态分布是我们试卷测试的理论依据。

根据概率统计理论,以考生分数  $x$  为随机变量的概率密度函数为:

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}s} e^{-\frac{(x-\bar{x})^2}{2s^2}} \quad (1)$$

式中  $\bar{x}$  是考试分数的算术平均值,  $s$  是考试分数的标准差,  $s^2$  称为方差。

如果有  $n$  个考生,所得考分分别为  $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$ , 则考分的平均值定义为:

$$\bar{x} = \frac{1}{n}(x_1 + x_2 + \dots + x_n) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad (2)$$

标准差就是考生的考分与平均分的偏差的平方的平均值的平方根,即考分的方均根值

$$s = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad (3)$$

考分的概率密度函数  $f(x)$

与考分  $x$  的分布曲线如图 1 所示。

平均值  $\bar{x}$  和标准差  $s$  称统计特征数,它们决定着分数统计分布的性质。

(1) 正态分布函数曲线  $f(x)$  关于  $x=\bar{x}$  为对称,

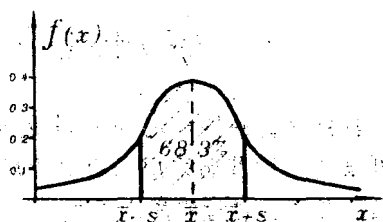


图 1

它决定曲线的位置。 $\bar{x}$  反映考生知识和能力的平均水平。

(2) 标准差  $s$  决定曲线  $f(x)$  的形状,  $s$  愈大, 曲线愈扁平;  $s$  愈小, 曲线愈尖锐。 $s$  反映考生知识和能力偏差离散的程度。

(3)  $x = \bar{x} \pm s$  为曲线的拐点, 由  $f''(x) = 0$  决定。

(4) 在  $(\bar{x} - s, \bar{x} + s)$  之间曲线下的面积为 0.683, 说明考生在这个分数间隔内的百分比为 68.3%。同样, 考生在  $(\bar{x} - 2s, \bar{x} + 2s)$  间的百分比为 95.4%, 考生在  $(\bar{x} - 3s, \bar{x} + 3s)$  间的百分比为 99.7%。而整个曲线下的面积等于 1。

在教育测量中, 如果两门不同课程的平均值与标准差不同, 分数是不可比的。通常在标准化考试中都采用相对评分制, 这里引入新的标准正态变量  $u$ , 它是教育统计中的最佳统计量, 称为标准分数, 它定义为:

$$u = \frac{x - \bar{x}}{s} \quad (4)$$

可以证明标准分数的平均值为零, 标准差为 1, 引入新的标准正态变量  $u$  后, 其分布称标准正态分布, 其函数形式为:

$$f(u) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{u^2}{2}} \quad (5)$$

考生的分数与相应的标准分数和标准正态分布函数的对应数值列表如下。标准正态分布函数曲线如图 2 所示。

标准正态分布曲线下的面积与正态分布曲线下的面积相同。要计算考生在  $x_0$  以下考生的百分率, 则可计算下列概率积分:

$$p(x_0) = \int_{-\infty}^{x_0} \frac{1}{\sqrt{2\pi} s} e^{-\frac{(x-\bar{x})^2}{2s^2}} dx \quad (6)$$

若换成相应的标准分数  $u_0$ , 可用标准正态函数的概率积分计算。

$$p(u_0) = \int_{-\infty}^{u_0} \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{u^2}{2}} du \quad (7)$$

表 1 标准分数下正态标准  
分布函数对应数值表

| $z$          | $u$ | $f(u) \%$ |
|--------------|-----|-----------|
| $\bar{x}-3s$ | -3  | 0.4       |
| $\bar{x}-2s$ | -2  | 5.3       |
| $\bar{x}-s$  | -1  | 24.2      |
| $\bar{x}$    | 0   | 39.9      |
| $\bar{x}+s$  | 1   | 24.2      |
| $\bar{x}+2s$ | 2   | 5.3       |
| $\bar{x}+3s$ | 3   | 0.4       |

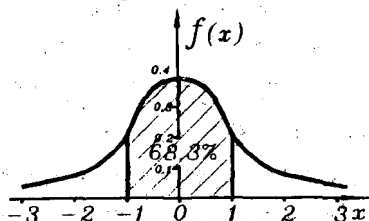


图 2

其结果可以直接查标准正态函数表,这将对测试统计带来很大方便。

根据测试的目的和性质的不同,考试通常可分为目标参照性(criterion-referenced)和常模参照性(norm-referenced)。目标参照性考试是以某种教学目标的需要而确定的标准为依据来进行命题和解释分数的。其分数解释为完成教学目标的情况和知识,能力掌握的水平,即达到目标的程度。其及格参照点是教学目标的最低要求。而考生之间的考分的差异是不太重要的,学校的学期考试、毕业考试是典型的目标参照性考试。而另一类竞赛性、选拔性的考试,属于典型的常模参照性考试,它是依据测试的集体的常模数据( $\bar{x}, s$ )来解释分数的,分数的高低反映考生在集体中的相对地位。这种考试力图将考生按成绩尽量区别开来,而对于某教学目标是否达到是无关重要的。我们认为,学校的学期考试虽属目标参照性考试,而各个学生的成绩之间的比较也是教学管理的重要内容和数据,因此也具有常模参照的性质。如果要比较不同学科的成绩时,又必需选择适当的常模数据,不同类型的学校,以及各课程在整个教学过程中的地位不同,常模标准是不同的。

国家教委委托清华大学等六所院校研制的“高等学校工科物理课程题库系统”对 20 所高校测试的结果,平均值  $\bar{x}=70$  分,标准差  $s=9.62$  分。根据教育统计理论,90 分以上考生的百分比为 1.9%,如果 40 个人的班级,只有 0.75,还不到一个学生。南师大研制的“高师普物力学题库系统”,对 10 所院校测得的结果, $\bar{x}=59.77$  分, $s=12.58$  分。这样将有一半学生不及格。90 分以上的学生占 0.85%,如果 40 个学生的班级,只有 0.43 个学生,100 个学生也没有一个。

《光学》是师专物理专业的基础课,学期考试的成绩是否优秀(90 分以上)是评优秀学生、奖学金等的重要依据,我们根据镇江师专教务处葛平章同志对 88~89 年度第二学期的 20 门课程测量的结果, $\bar{x}=76.6$  分, $s=7.82$  分。89~90 年度第一学期,我们采用校际交叉命题考试测量的结果, $\bar{x}=74.8$  分, $s=8.60$  分,我们根据 30 所师专和教育学院四次光学考试结果,平均分  $\bar{x}=75$  分,是符合师专的实际情况的。我们认为一个班应有 10% 的学生是优秀的,根据概率统计理论,势必一定有 10% 的学生不及格。由 (7) 式计算,确定标准分  $u=1.28$  分,标准差  $S=11.72$  分,是体现师专的特色。这种常模标准可作为师专教学评估的客观依据。

## 二. 试题的难度和区分度

高校的学期考试的性质应属目标参照性考试,但也具有常模的性质。根据考试统计理论和统考测试的结果,以平均分为 75 分、标准差为 11.7 分作为师专学期考试的常模标准是符合师专的实际情况的。如何能达到这种测试标准呢?教育统计理论和统考测试又证明试卷的难度和区分度分别决定测试的平均分和标准差,体现了考试的基本属性,也是衡量试题的重要指标。

## (一) 试题的难度

试卷的难度(difficulty)是衡量试卷难易程度的指标,它直接决定着考试总分的高低。试卷的难度又决定于试题的难度。如果有  $n$  个考生,在第  $j$  题的得分为  $x_{j1}$ 、 $x_{j2}$ 、……、 $x_{jn}$ ,则考生在第  $j$  题的平均分为:

$$\bar{x}_j = \frac{1}{n} (x_{j1} + x_{j2} + \dots + x_{jn}) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_{ji} \quad (8)$$

如果第  $j$  题的满分为  $X_j$ ,则第  $j$  题的平均分与满分的比称为该题的易度(facility):

$$g_j = \frac{\bar{x}_j}{X_j} = \frac{1}{n X_j} \sum_{i=1}^n x_{ji} \quad (9)$$

第  $j$  题的难度定义为

$$p_j = 1 - g_j = 1 - \frac{\bar{x}_j}{X_j} = 1 - \frac{1}{n X_j} \sum_{i=1}^n x_{ji} \quad (10)$$

若试卷中有  $m$  道试题,试卷的满分为  $X = \sum_{j=1}^m X_j$ ,试卷的难度科学地定义为试题的难度  $p_j$  以其题分  $X_j$  为权重的加权平均值。

$$P = \frac{1}{X} \sum_{j=1}^m p_j X_j = \frac{\sum_{j=1}^m p_j X_j}{\sum_{j=1}^m X_j} \quad (11)$$

在这种定义下,可以证明试卷的难度与试卷的平均分之间的简单而重要的关系。由第  $j$  题的难度定义式(10)各项乘该题的题分  $X_j$  得:

$$p_j X_j = X_j - \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_{ji}$$

再对试卷中的所有试题求和,并除试卷总分  $X$  得:

$$\frac{1}{X} \sum_{j=1}^m p_j X_j = \frac{1}{X} \sum_{j=1}^m X_j - \frac{1}{nX} \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n x_{ji}$$

将 (8) 式和 (11) 式代入得

$$P = 1 - \frac{1}{\bar{X}} \sum_{j=1}^n \bar{x}_j = 1 - \frac{\bar{X}}{\bar{X}} \quad (12)$$

式中  $\bar{X}$  为试卷总分的平均值, 它等于各试题平均分的总和:

$$\bar{X} = \sum_{j=1}^n \bar{x}_j = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^n x_{ji} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n x_{ji} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i$$

(12) 式就是试卷难度与平均分的关系, 如果将  $\frac{\bar{X}}{X}$  定义为试卷的易度  $G$ , 也可认为是试卷难度与易度的关系为

$$P = 1 - G \quad (13)$$

将 (12) 式乘试卷总分  $X$  得试卷难度与平均分关系的另一形式:

$$\bar{X} = X (1 - P) \quad (13)$$

说明试卷的难度决定着试卷的平均分。如试卷的平均难度  $P = 0.25$ ; 则试卷的平均分  $\bar{X} = 100 (1 - 0.25) = 75$  分。

## (二) 试题的区分度

区分度 (discrimination) 是鉴别区分考生知识和能力水平高低程度的指标。如果测试的结果, 优秀学生得分高; 差劣学生得分低, 说明试卷区分能力较强, 区分度较高。如果测试的结果, 好生差生得分差不多, 说明试卷区分能力较差, 区分度较低。试卷由试题组成的, 试题的区分度一般采用相关系数法计算。相关系数是标志两种分数之间的联系程度的指标。人们公认, 考生总分的高低反映学生学习成绩的优劣。总分高的学生在第  $j$  题的得分也高, 总分低的考生在第  $j$  题的得分也低, 则总分与第  $j$  题得分之间的相关系数就大, 说明第  $j$  题的区分度高。试题的区分度可以用该题的得分与总分之间的皮尔逊 (pearson) 积差相关系数来计算:

$$d_j = \frac{\sum_{i=1}^n (x_{ji} - \bar{x}_j)(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_{ji} - \bar{x}_j)^2 \cdot \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}} \quad (15)$$

其中:  $n$  —— 考生的总数

$x_{ji}$  —— 第  $i$  个考生在第  $j$  题上的得分

$\bar{x}_j$  —— 第  $j$  题的平均分

$y_i$  —— 第  $i$  个考生的总分

$\bar{y}$  —— 考生总分的平均值

根据教育统计理论可以证明第  $j$  题的区分度可用原始数据表示为:

$$d_j = \frac{n \sum_{i=1}^n x_{ji} y_i - \sum_{i=1}^n x_{ji} \cdot \sum_{i=1}^n y_i}{\sqrt{n \sum_{i=1}^n x_{ji}^2 - \left( \sum_{i=1}^n x_{ji} \right)^2} \cdot \sqrt{n \sum_{i=1}^n y_i^2 - \left( \sum_{i=1}^n y_i \right)^2}} \quad (16)$$

便于用计算机直接统计。

试卷的区分度定义为试题的区分度  $d_j$  以该题题分  $X_j$  为权重的加权平均值:

$$D = \frac{1}{X} \sum_{j=1}^n d_j X_j \quad (17)$$

国内外大型标准化考试、试卷的区分度  $D \geq 0.2$ , 就认为符合要求, 师专光学第一次统考的区分度  $D = 0.26$ 。

### 三. 试卷的信度

试卷的信度(reliability)是衡量测试的可靠性或真实性的指标, 衡量测试的总分反映考生实际掌握知识能力水平的程度。信

度可用不同的方法进行测量,重测信度和等价信度都要进行两次等价考试,教师和学生都不乐意采用,下面介绍常用的信度。

### (一)分半信度

分半信度法(split-half method)是把一份试卷按奇数和偶数等分为两半,用皮尔逊(pearson)积差相关系数计数这两半分数的相关系数称分半信度。设两分半试卷的总分分别为  $X$  和  $Y$ , 它们之间的皮尔逊积差相关系数为:

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2 \cdot \sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2}} \quad (18)$$

式中:  $X_i$  —— 第  $i$  个学生奇数半卷的总分

$Y_i$  —— 第  $i$  个学生偶数半卷的总分

$\bar{X}$  —— 奇数半卷的总分平均值

$\bar{Y}$  —— 偶数半卷的总分平均值

$n$  —— 为学生总数

利用 (18) 试计算信度系数首先必需计算出两分半试卷的总分的平均值  $\bar{X}$ 、 $\bar{Y}$ 。如果利用平均值和标准差的定义式 (2) 和 (3), 可将 (18) 式简化

$$\begin{aligned} r &= \frac{\sum_{i=1}^n (X_i Y_i - X_i \bar{Y} - \bar{X} Y_i + \bar{X} \bar{Y})}{n \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2 \cdot \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2}} \\ &= \frac{\sum_{i=1}^n X_i Y_i - n \cdot \left( \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i \right) \cdot \bar{Y}}{n S_X S_Y} \\ &= \frac{n \cdot \left( \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n Y_i \right) \cdot \bar{X} - \sum_{i=1}^n \bar{X} \bar{Y}}{n S_X S_Y} \end{aligned}$$