

光学调整问题

国防工业出版社

光 学 调 整 问 题

〔苏〕I. B. 波加列夫 著

李 嘉 梅 译

国防工业出版社

ОПТИЧЕСКИЕ КОСТИРОВОЧНЫЕ ЗАДАЧИ

Г. В. Погарев

Издательство

«Машиностроение» 1974.

*

光 学 调 整 问 题

〔苏〕 Г. В. 波加列夫 著

李 嘉 梅 译

*

国防工业出版社出版

北京市书刊出版业营业许可证出字第074号

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

国防工业出版社印刷厂印装

*

787×1092 1/32 印张 10 1/2 字数 221 千字

1977 年 12 月第一版 1977 年 12 月第一次印刷 印数: 0,001— 9,500 册

统一书号: 15034·1579 定价: 1.10 元

译 序

关于应用解析的方法来研究光学调整问题的意义,原书的前言里已有叙述。

从事光学仪器设计和生产的同志都普遍有这样的体会,在光学仪器里,特别是在有多个非圆光学零件(反射镜、棱镜、平面玻璃板等)的复杂光学系统里,影响仪器性能的因素极多(包括光学材料、光学零件制造和装配中的一切缺陷)。因此,在设计过程中如何对这些因素定出最合理的公差要求和如何拟定最合理的装配调整过程,是一件相当复杂和困难的工作。到目前为止,这些工作主要还是在大量实践的基础上,参照经验的结果来制定的。

为了使工作更有科学依据,减少设计和生产过程中的盲目性,从而有目的地提高产品质量和生产效率,各国的光学工作者从不同的途径摸索解决的办法,本书就是其中的一种解决方法。本书的一个特点是用大量的实例来说明所提出的解析方法,这有助于读者较具体地了解这种方法的实质。

在用解析的方法讨论光学调整问题方面,我国广大光学仪器工作者做了大量的工作,并取得了不少的成果。本着“洋为中用”的精神,译出本书,也许能对从事这方面工作的同志有一定的参考意义。当然,由于译者的水平有限,译文中的错误一定是很多的,诚恳希望读者批评指正。

译 者

前 言

装配和调整在现代光学仪器制造中有很重要的意义：它们决定性地影响出厂仪器的质量及成本。占光学仪器制造总劳动量的百分之二十至四十甚至更多的装配和调整，是进一步提高光学仪器质量和提高劳动生产率的一个巨大的但还挖掘得很不够的潜力。但是要挖掘这种潜力，需要有解决所有工程问题和任务（许多都是设计师、工艺师和检验人员所遇到的）的科学途径。特别是很多问题出现在光学仪器的装配、调整、调节、校正、检查、检验和检定等方面。往往这些问题和任务是一些非常复杂的问题，需要特殊途径去解决，并且解决起来非常费时间。

在设计阶段，显然只能用分析的方法来解决这类问题。只有当做出模型以及当有了试验的或成批的样品仪器时，才有可能完成适当的试验。但即便是在这类情况下，出现的问题最好也预先用分析的方法来解决，以便得到一般的结论，它们的正确性只能用来证实对模型或仪器所作试验的结果。

装配和调整理论是设计装配工艺过程和调整方法的科学基础，也是解决这一领域内的课题的基础。但是到目前为止，还没有适用于工程技术工作者的实用参考书，介绍解决光学仪器装配、调整 and 检查领域内的工程课题的一般性问题。本书是一个初次尝试，给工程技术人员作为参考书，帮助他们更加迅速地 and 成功地克服困难，并得到问题的完整分析的解答。

在实践中所出现的问题和任务看起来是极其五花八门的,但它们实际上可归结为有限的一些类别,每一种类别可以拟定一个一般的解决方法。本书即是按这种考虑安排的:在本书中共分为四种基本任务类别。第一类(第四章)——关于象的调焦、刻度和分划板视差的消除、象的比例和光学系统放大率的调节;第二类(第五章)——关于光学零件和部件相对于基准的定心;第三类(第六章)——关于象的倾斜和偏歪的消除、刻度和分划板转动的消除;最后,第四类(第七章)——关于光学系统象质的保证。综合性的问题安排在第八章中。

本书的第一部分简单介绍了工程光学中的概念和基本的计算公式,用大量的实例来说明这些公式的应用。每一个问题和实例都解得尽可能的详细,以便让读者能够明了它们解法的所有步骤。

作者力图给出用各种各样简化解决复杂问题的步骤的现代手段(将复杂的反射镜-棱镜系统归化为等效反射镜、应用时间互等原理、矢量和矩阵运算等)来解决各种不同课题的方法。

在本书最后列有参考文献目录,但在写本书时用的主要参考书是作者的专著《光学仪器的调整》[16](修订再版本)。

目 录

前言	7
第一部分 工程光学的基本概念,基本计算公式	9
第一章 计算光路的几何光学基本公式	9
1. 平行光路的计算公式	9
2. 会聚光路的计算公式	57
第二章 平面反射镜、棱镜和透镜的位移和旋转对成象位置 和方向的影响	86
3. 在会聚光路中反射镜和棱镜的平移	86
4. 工作棱面是平面的反射镜和棱镜的旋转	91
5. 反射镜-棱镜系统的分类	110
6. 聚焦零件的位移和(横向)偏移	122
第三章 光学零件公差的计算公式	129
7. 确定光学表面和零件缺陷的公差的公式	129
8. 火炮周视镜光学系统零件的公差计算	141
第二部分 光学调整问题的解法	159
第四章 象的调焦、刻度和分划板视差的消除,象的比例和 光学系统放大率的调节	159
问题 1. 在—批成批生产的双透镜消色差物镜中焦距对于名义 值的偏差极限的计算	159
问题 2. 在保持物镜焦平面位置不变的条件下,在给定极限内调 整焦距所必需的双透镜物镜各光组移动量的计算	163
问题 3. 用于矫正观测者不正常视力的具有横向放大率接近-1 的调焦透镜工作的分析	165
问题 4. 由位于立方棱镜前的补偿透镜和同心球形罩组成的对空潜 望镜头部系统的非望远性和焦点不重合性公差的计算	168

问题 5. 对非连续变倍的旋转式望远系统的基本要求,调整补偿器数目的确定及调整时检查方法的选择	172
问题 6. 用于小角度精确测量的瞄准镜聚光镜的调整小运动的灵敏度和极限的确定	178
问题 7. 由于刻度板(屏)的平面与象平面的相互不平行性而产生的象比例误差的确定	181
问题 8. 非线性测量刻度板零位装定误差对测量误差的影响的确定	187
第五章 透镜系统和反射镜-棱镜系统对给定基准的定心	191
问题 9. 显微镜的双目镜管中所用可换目镜的透镜定心差公差	191
问题 10. 检验摆动反射镜反射平面与其桥架轴颈轴线是否重合的自准直法和干涉法的比较评价	197
问题 11. 光学自动记录装置中平面反射镜及角反射镜旋转轴间隙的影响的确定	203
问题 12. 借助于移动的直角棱镜或五棱镜用自准直法检验导轨对液平面直线性的方法的特点的分析	210
问题 13. 带稳定瞄准线的望远镜中调焦用的移动五棱镜导轨误差影响的研究	215
问题 14. 回转式三反射镜系统误差影响的分析及其制造和调整公差	219
问题 15. 装在公共支架上的双棱镜转换系统调整方法的拟定	224
第六章 象的倾斜和偏歪及刻度盘和分划板转动的消除	240
问题 16. 由给定的入射光线和反射光线的方向求平面反射镜法线的方向	240
问题 17. 由给定的两条入射光线和两条反射光线的方向,求双平面反射镜系统的棱边的方向和二面角的大小	244
问题 18. 直线测量机后尾架的转动对长度测量精度影响的严格证明	248
问题 19. 在用镜筒和施密特屋脊棱镜的旋转改变目镜间距离的双目镜筒中产生象歪斜原因的分析	253
问题 20. 确定圆刻度盘平面对自身旋转轴的不垂直度对角度读数精度的影响	258

- 问题 21. 在调整周视瞄准镜时, 为了消除测角误差必须保证头部棱镜与补偿棱镜旋转轴相互平行性的严格证明261
- 问题 22. 反射镜和棱镜安装误差的分析和反射镜铰链调整与检查方法的拟定266
- 问题 23. 确定在昼夜合一周视望远镜中, 补偿象倾斜所需道威棱镜转角的大小和方向271

第七章 光学零件和系统制造和装配误差公差计算277

- 问题 24. 由棱镜的屋脊棱面和相邻工作棱面所构成的二面角值公式的推导277
- 问题 25. 位于电视摄影机物镜前的摆动平面反射镜和保护玻璃公差计算282
- 问题 26. 测量投影仪平面反射镜制造和安装误差公差计算284
- 问题 27. 反射镜倍增器放大光线偏向角的放大倍数系数值的确定和其反射镜非平面性公差计算296
- 问题 28. 别汉棱镜制造和装配(胶合)误差公差计算301
- 问题 29. 第二种普柔棱镜转象系统胶合误差公差计算和检验方法的拟定306

第八章 光学部件和仪器调整 and 检验方法的拟定312

- 问题 30. 端面自准直望远镜调整和检验方法的拟定312
- 问题 31. 装配时调节双筒望远镜用的 A. H. 扎哈里耶夫斯基自准直投影装置调整和检验方法的拟定以及技术要求的制定318
- 问题 32. 曲拐瞄准镜调整和检验方法的拟定325

参考文献332

光 学 调 整 问 题

〔苏〕 I. B. 波加列夫 著

李 嘉 梅 译



ОПТИЧЕСКИЕ КОСТИРОВОЧНЫЕ ЗАДАЧИ

Г. В. Погарев

Издательство

«Машиностроение» 1974.

*

光 学 调 整 问 题

〔苏〕 Г. В. 波加列夫 著

李 嘉 梅 译

*

国防工业出版社出版

北京市书刊出版业营业许可证出字第074号

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

国防工业出版社印刷厂印装

*

787×1092 1/32 印张 10 1/2 字数 221 千字

1977 年 12 月第一版 1977 年 12 月第一次印刷 印数: 0,001— 9,500 册

统一书号: 15034·1579 定价: 1.10 元

译 序

关于应用解析的方法来研究光学调整问题的意义,原书的前言里已有叙述。

从事光学仪器设计和生产的同志都普遍有这样的体会,在光学仪器里,特别是在有多个非圆光学零件(反射镜、棱镜、平面玻璃板等)的复杂光学系统里,影响仪器性能的因素极多(包括光学材料、光学零件制造和装配中的一切缺陷)。因此,在设计过程中如何对这些因素定出最合理的公差要求和如何拟定最合理的装配调整过程,是一件相当复杂和困难的工作。到目前为止,这些工作主要还是在大量实践的基础上,参照经验的结果来制定的。

为了使工作更有科学依据,减少设计和生产过程中的盲目性,从而有目的地提高产品质量和生产效率,各国的光学工作者从不同的途径摸索解决的办法,本书就是其中的一种解决方法。本书的一个特点是用大量的实例来说明所提出的解析方法,这有助于读者较具体地了解这种方法的实质。

在用解析的方法讨论光学调整问题方面,我国广大光学仪器工作者做了大量的工作,并取得了不少的成果。本着“洋为中用”的精神,译出本书,也许能对从事这方面工作的同志有一定的参考意义。当然,由于译者的水平有限,译文中的错误一定是很多的,诚恳希望读者批评指正。

译 者

目 录

前言	7
第一部分 工程光学的基本概念,基本计算公式	9
第一章 计算光路的几何光学基本公式	9
1. 平行光路的计算公式	9
2. 会聚光路的计算公式	57
第二章 平面反射镜、棱镜和透镜的位移和旋转对成象位置 和方向的影响	86
3. 在会聚光路中反射镜和棱镜的平移	86
4. 工作棱面是平面的反射镜和棱镜的旋转	91
5. 反射镜-棱镜系统的分类	110
6. 聚焦零件的位移和(横向)偏移	122
第三章 光学零件公差的计算公式	129
7. 确定光学表面和零件缺陷的公差的公式	129
8. 火炮周视镜光学系统零件的公差计算	141
第二部分 光学调整问题的解法	159
第四章 象的调焦、刻度和分划板视差的消除,象的比例和 光学系统放大率的调节	159
问题 1. 在—批成批生产的双透镜消色差物镜中焦距对于名义 值的偏差极限的计算	159
问题 2. 在保持物镜焦平面位置不变的条件下,在给定极限内调 整焦距所必需的双透镜物镜各光组移动量的计算	163
问题 3. 用于矫正观测者不正常视力的具有横向放大率接近-1 的调焦透镜工作的分析	165
问题 4. 由位于立方棱镜前的补偿透镜和同心球形罩组成的对空潜 望镜头部系统的非望远性和焦点不重合性公差的计算	168

问题 5. 对非连续变倍的旋转式望远系统的基本要求,调整补偿器数目的确定及调整时检查方法的选择·····	172
问题 6. 用于小角度精确测量的瞄准镜聚光镜的调整小运动的灵敏度和极限的确定·····	178
问题 7. 由于刻度板(屏)的平面与象平面的相互不平行性而产生的象比例误差的确定·····	181
问题 8. 非线性测量刻度板零位装定误差对测量误差的影响的确定·····	187
第五章 透镜系统和反射镜-棱镜系统对给定基准的定心·····	191
问题 9. 显微镜的双目镜管中所用可换目镜的透镜定心差公差 的计算·····	191
问题 10. 检验摆动反射镜反射平面与其桥架轴颈轴线是否重合 的自准直法和干涉法的比较评价·····	197
问题 11. 光学自动记录装置中平面反射镜及角反射镜旋转轴间 隙的影响的确定·····	203
问题 12. 借助于移动的直角棱镜或五棱镜用自准直法检验导轨 对液平面直线性的方法的特点的分析·····	210
问题 13. 带稳定瞄准线的望远镜中调焦用的移动五棱镜导轨误 差影响的研究·····	215
问题 14. 回转式三反射镜系统误差影响的分析及其制造和调整 公差的论证·····	219
问题 15. 装在公共支架上的双棱镜转换系统调整方法的拟定·····	224
第六章 象的倾斜和偏歪及刻度盘和分划板转动的消除·····	240
问题 16. 由给定的入射光线和反射光线的方向求平面反射镜法 线的方向·····	240
问题 17. 由给定的两条入射光线和两条反射光线的方向,求双 平面反射镜系统的棱边的方向和二面角的大小·····	244
问题 18. 直线测量机后尾架的转动对长度测量精度影响的严格 证明·····	248
问题 19. 在用镜筒和施密特屋脊棱镜的旋转改变目镜间距离的 双目镜筒中产生象歪斜原因的分析·····	253
问题 20. 确定圆刻度盘平面对自身旋转轴的不垂直度对角度读 数精度的影响·····	258

- 问题 21. 在调整周视瞄准镜时, 为了消除测角误差必须保证头部棱镜与补偿棱镜旋转轴相互平行性的严格证明261
- 问题 22. 反射镜和棱镜安装误差的分析和反射镜铰链调整与检查方法的拟定266
- 问题 23. 确定在昼夜合一周视望远镜中, 补偿象倾斜所需道威棱镜转角的大小和方向271

第七章 光学零件和系统制造和装配误差公差计算277

- 问题 24. 由棱镜的屋脊棱面和相邻工作棱面所构成的二面角值公式的推导277
- 问题 25. 位于电视摄影机物镜前的摆动平面反射镜和保护玻璃公差计算282
- 问题 26. 测量投影仪平面反射镜制造和安装误差公差计算284
- 问题 27. 反射镜倍增器放大光线偏向角的放大倍数系数值的确定和其反射镜非平面性公差计算296
- 问题 28. 别汉棱镜制造和装配(胶合)误差公差计算301
- 问题 29. 第二种普柔棱镜转象系统胶合误差公差计算和检验方法的拟定306

第八章 光学部件和仪器调整 and 检验方法的拟定312

- 问题 30. 端面自准直望远镜调整和检验方法的拟定312
- 问题 31. 装配时调节双筒望远镜用的 A. H. 扎哈里耶夫斯基自准直投影装置调整和检验方法的拟定以及技术要求的制定318
- 问题 32. 曲拐瞄准镜调整和检验方法的拟定325

参考文献332

前 言

装配和调整在现代光学仪器制造中有很重要的意义：它们决定性地影响出厂仪器的质量及成本。占光学仪器制造总劳动量的百分之二十至四十甚至更多的装配和调整，是进一步提高光学仪器质量和提高劳动生产率的一个巨大的但还挖掘得很不够的潜力。但是要挖掘这种潜力，需要有解决所有工程问题和任务（许多都是设计师、工艺师和检验人员所遇到的）的科学途径。特别是很多问题出现在光学仪器的装配、调整、调节、校正、检查、检验和检定等方面。往往这些问题和任务是一些非常复杂的问题，需要特殊途径去解决，并且解决起来非常费时间。

在设计阶段，显然只能用分析的方法来解决这类问题。只有当做出模型以及当有了试验的或成批的样品仪器时，才有可能完成适当的试验。但即便是在这类情况下，出现的问题最好也预先用分析的方法来解决，以便得到一般的结论，它们的正确性只能用来证实对模型或仪器所作试验的结果。

装配和调整理论是设计装配工艺过程和调整方法的科学基础，也是解决这一领域内的课题的基础。但是到目前为止，还没有适用于工程技术工作者的实用参考书，介绍解决光学仪器装配、调整 and 检查领域内的工程课题的一般性问题。本书是一个初次尝试，给工程技术人员作为参考书，帮助他们更加迅速地 and 成功地克服困难，并得到问题的完整分析的解答。

在实践中所出现的问题和任务看起来是极其五花八门的,但它们实际上可归结为有限的一些类别,每一种类别可以拟定一个一般的解决方法。本书即是按这种考虑安排的:在本书中共分为四种基本任务类别。第一类(第四章)——关于象的调焦、刻度和分划板视差的消除、象的比例和光学系统放大率的调节;第二类(第五章)——关于光学零件和部件相对于基准的定心;第三类(第六章)——关于象的倾斜和偏歪的消除、刻度和分划板转动的消除;最后,第四类(第七章)——关于光学系统象质的保证。综合性的问题安排在第八章中。

本书的第一部分简单介绍了工程光学中的概念和基本的计算公式,用大量的实例来说明这些公式的应用。每一个问题和实例都解得尽可能的详细,以便让读者能够明了它们解法的所有步骤。

作者力图给出用各种各样简化解决复杂问题的步骤的现代手段(将复杂的反射镜-棱镜系统归化为等效反射镜、应用时间互等原理、矢量和矩阵运算等)来解决各种不同课题的方法。

在本书最后列有参考文献目录,但在写本书时用的主要参考书是作者的专著《光学仪器的调整》[16](修订再版本)。