



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 23461—2009

---

## 成年男性头型三维尺寸

3D dimensions of male adult headforms

2009-04-01 发布

2009-12-01 实施



中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局  
中国国家标准化管理委员会

发布



## 前 言

本标准是在 GJB 5477—2006《男军人头面型三维尺寸》研究的基础上,通过改进测量方法并扩大样本量而制定的,首次建立了成年男性头型的三维尺寸数据国家标准,与 GB/T 2428《成年人头面部尺寸》共同提供工效学设计依据。

本标准与 GB/T 2428《成年人头面部尺寸》相比,主要不同点在于:

- 本标准提供头型的三维尺寸数据及其关系,突出头部三维造型数字化设计应用;而 GB/T 2428 仅提供一维尺寸数据和少量的二维尺寸数据关系,侧重于二维平面设计应用。
- 本标准依据头宽长和头高长指数的二维分布把头部的三维形态分为七种类型,以体积缩放因子的分布情况作为三维头型分号的依据;而 GB/T 2428 直接将头面部一维特征尺寸的二维分布作为头面部号型设置的依据。
- 本标准的测量样本为 16~36 岁的成年男性,而 GB/T 2428 的测量样本为 18~60 岁的成年人。

本标准的附录 A 为规范性附录,附录 B 为资料性附录。

本标准由国家安全生产监督管理总局提出。

本标准由全国个体防护装备标准化技术委员会归口。

本标准起草单位:中国人民解放军总后勤部军需装备研究所、北京航空航天大学。

本标准主要起草人:陈晓、周宏、王黎静、祖媛媛、郭奋飞、蒋毅、傅雅慧。

## 引 言

人体头部尺寸是进行头盔、安全帽、呼吸防护用具、防护目镜、通讯-降噪耳机等一系列头部装置设计的依据。

目前,头盔等头部装置在具有传统防护功能外,更作为信息传递的控制中心。盔载模块的增加还会影响头盔的配戴稳定性,亟待采用数字化设计支持头部装置的系统集成,并实现统一分型分号。因此,有必要针对成年男性建立一个理论科学、数据可靠的三维基础数据平台。

本标准所给出的头型三维尺寸是由 1261 例成年男性的头部三维扫描数据结合数学模型运算获得。其中,1161 例数据通过计算机断层扫描技术(computed tomography,CT)获得,另有 100 例数据通过磁共振(magnetic resonance,MR)获得。

# 成年男性头型三维尺寸

## 1 范围

本标准给出了成年男性头型三维尺寸,包括成年男性的标准头型及头型尺寸分布。

本标准适用于头部装置的设计及应用。

## 2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件,其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本标准,然而,鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件,其最新版本适用于本标准。

GB/T 2428 成年人头面部尺寸

GB/T 5703 用于技术设计的人体测量基础项目

## 3 术语和定义

GB/T 2428 及 GB/T 5703 中确立的以及下列术语和定义适用于本标准。

### 3.1

**额上点** **supramental point**

正中矢状面上,唇下凹处最深点。

### 3.2

**额前点** **pogonion**

正中矢状面上,下额凸处最突出的点。

### 3.3

**周线** **contour**

构建三维头型的平行于法兰克福平面的头部二维横断轮廓线。

### 3.4

**特征周线** **characteristic contour**

过面部正中矢状面上规定测点的周线。

### 3.5

**头型体积** **dummy head volume**

过额下点的周线所在平面以上的头型体积。

### 3.6

**头宽长指数** **head breadth-length index**

头宽与头长的比值乘以 100。

### 3.7

**头高长指数** **head height-length index**

头全高与头长的比值乘以 100。

### 3.8

**标准头型** **standard headform**

对分组头型样本具有统计代表性的三维头型。

## 3.9

## 缩放因子 zoom factor

分组中某头型或某百分位头型与该分组标准头型的尺寸比例。

## 4 成年男性头型三维尺寸

## 4.1 成年男性的标准头型

## 4.1.1 标准头型的建立

标准头型以各层周线的位置参数  $X_0$ 、 $Z$  和形状参数  $a_n$  按数学模型计算造型而建立。标准头型的数学模型及描述参数见附录 A。

## 4.1.2 标准头型的分型

各型标准头型由所覆盖的头型样本组通过归一化运算而得,头型样本的分组及覆盖率见表 10。头型样本以头宽长指数分布和头高长指数分布确定分组,按头顶俯视图分为中、圆、超圆三组;按侧面侧视图分为正、高、特高三组。若按俯视图形和侧视图形的二维分布,标准头型因此分为中正型、中高型、中特高型、圆正型、圆高型、圆特高型、超圆正型、超圆高型、超圆特高型九种头型。其中,中特高型、超圆正型样本覆盖率太小,不具有统计代表性,故不予考虑。

## 4.1.3 标准头型的测点坐标

## 4.1.3.1 概述

标准头型的测点按照 GB/T 5703 的定义在标准头型上进行定位,其位置见图 1 和附录 A 中图 A.2,测点定位时的直角坐标系见附录 A 中 A.1。

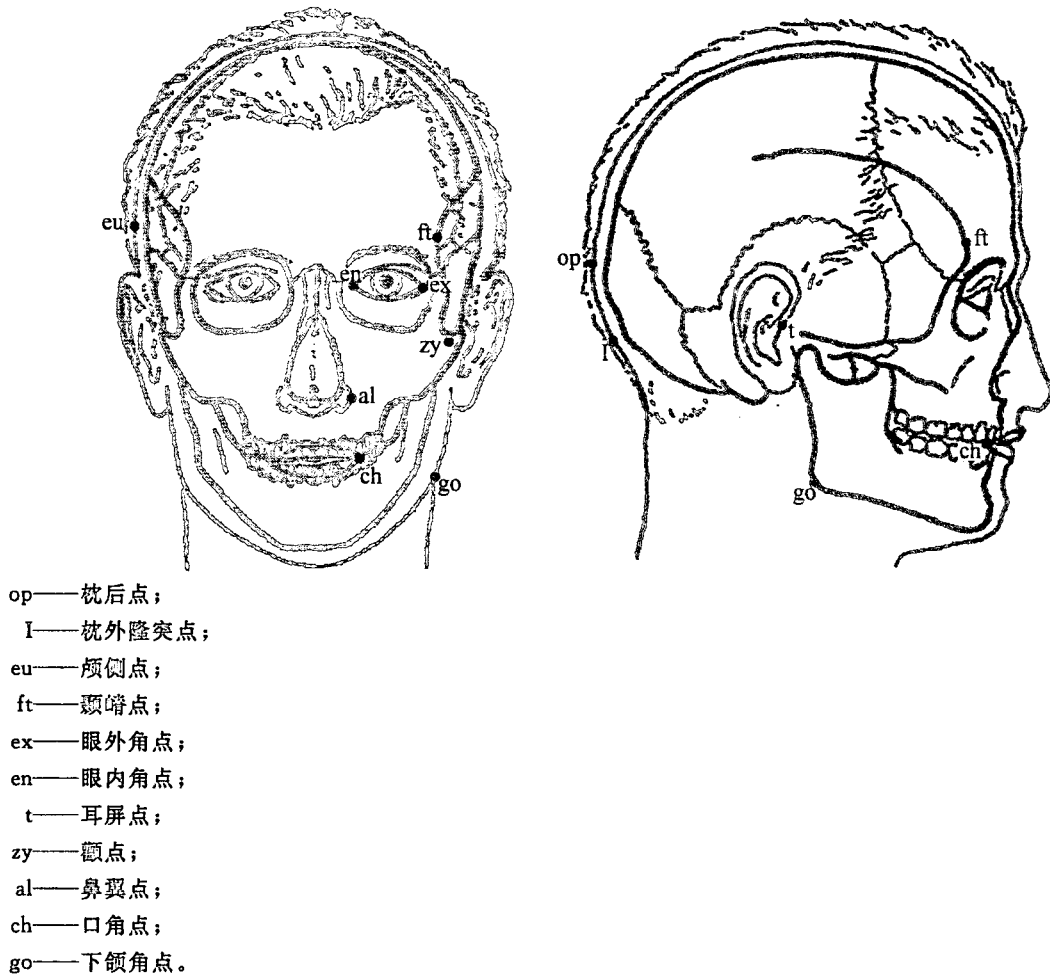


图 1 部分测点位置

# 成年男性头型三维尺寸

## 1 范围

本标准给出了成年男性头型三维尺寸,包括成年男性的标准头型及头型尺寸分布。

本标准适用于头部装置的设计及应用。

## 2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件,其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本标准,然而,鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件,其最新版本适用于本标准。

GB/T 2428 成年人头面部尺寸

GB/T 5703 用于技术设计的人体测量基础项目

## 3 术语和定义

GB/T 2428 及 GB/T 5703 中确立的以及下列术语和定义适用于本标准。

### 3.1

**颞上点** **supramental point**

正中矢状面上,唇下凹处最深点。

### 3.2

**颞前点** **pogonion**

正中矢状面上,下颞凸处最突出的点。

### 3.3

**周线** **contour**

构建三维头型的平行于法兰克福平面的头部二维横断轮廓线。

### 3.4

**特征周线** **characteristic contour**

过面部正中矢状面上规定测点的周线。

### 3.5

**头型体积** **dummy head volume**

过颞下点的周线所在平面以上的头型体积。

### 3.6

**头宽长指数** **head breadth-length index**

头宽与头长的比值乘以 100。

### 3.7

**头高长指数** **head height-length index**

头全高与头长的比值乘以 100。

### 3.8

**标准头型** **standard headform**

对分组头型样本具有统计代表性的三维头型。

## 3.9

## 缩放因子 zoom factor

分组中某头型或某百分位头型与该分组标准头型的尺寸比例。

## 4 成年男性头型三维尺寸

## 4.1 成年男性的标准头型

## 4.1.1 标准头型的建立

标准头型以各层周线的位置参数  $X_0$ 、 $Z$  和形状参数  $a_n$  按数学模型计算造型而建立。标准头型的数学模型及描述参数见附录 A。

## 4.1.2 标准头型的分型

各型标准头型由所覆盖的头型样本组通过归一化运算而得,头型样本的分组及覆盖率见表 10。头型样本以头宽长指数分布和头高长指数分布确定分组,按头顶俯视图分为中、圆、超圆三组;按侧面侧视图分为正、高、特高三组。若按俯视图形和侧视图形的二维分布,标准头型因此分为中正型、中高型、中特高型、圆正型、圆高型、圆特高型、超圆正型、超圆高型、超圆特高型九种头型。其中,中特高型、超圆正型样本覆盖率太小,不具有统计代表性,故不予考虑。

## 4.1.3 标准头型的测点坐标

## 4.1.3.1 概述

标准头型的测点按照 GB/T 5703 的定义在标准头型上进行定位,其位置见图 1 和附录 A 中图 A.2,测点定位时的直角坐标系见附录 A 中 A.1。

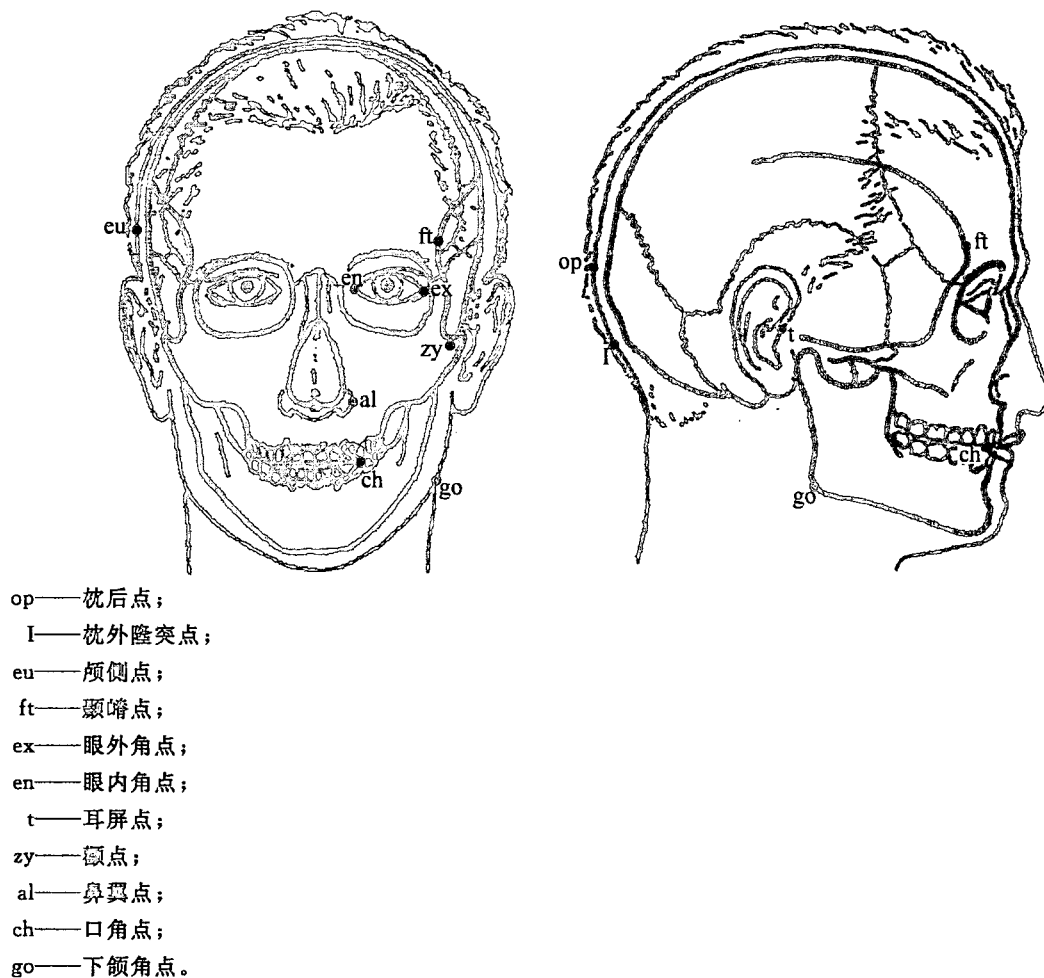


图 1 部分测点位置



## 4.1.3.2 圆高标准头型的测点坐标

圆高标准头型的测点坐标参考值见表1。

表1 圆高标准头型的测点坐标参考值

单位为毫米

测点名称	坐标			测点名称	坐标		
	X	Y	Z		X	Y	Z
头顶点	0.0	0.0	0.0	枕后点	-81.2	0.0	-95.5
眉间点	105.6	0.0	-95.5	枕外隆突点	-78.5	0.0	-124.1
鼻梁点	95.7	0.0	-124.1	颅侧点	24.3	±79.1	-95.5
鼻尖点	111.8	0.0	-162.6	颞峰点	77.5	±58.5	-95.5
鼻下点	96.6	0.0	-172.3	眼外角点	83.1	±49.0	-126.5
上唇中点	97.0	0.0	-188.0	眼内角点	90.3	±18.8	-127.8
口裂点	89.6	0.0	-194.6	耳屏点	-6.3	±73.5	-136.6
下唇中点	92.0	0.0	-201.8	颧点	67.5	±65.2	-139.1
颊上点	81.5	0.0	-211.3	鼻翼点	93.3	±18.2	-163.0
颊前点	79.5	0.0	-220.6	口角点	78.7	±27.9	-194.6
颊下点	69.5	0.0	-232.7	下颌角点	22.3	±60.0	-198.4

## 4.1.3.3 圆正标准头型的测点坐标

圆正标准头型的测点坐标参考值见表2。

表2 圆正标准头型的测点坐标参考值

单位为毫米

测点名称	坐标			测点名称	坐标		
	X	Y	Z		X	Y	Z
头顶点	0.0	0.0	0.0	枕后点	-85.1	0.0	-88.6
眉间点	104.5	0.0	-88.6	枕外隆突点	-83.1	0.0	-113.8
鼻梁点	96.9	0.0	-113.8	颅侧点	26.0	±78.5	-88.6
鼻尖点	114.7	0.0	-151.4	颞峰点	76.8	±57.8	-88.6
鼻下点	100.5	0.0	-161.1	眼外角点	84.4	±48.6	-116.3
上唇中点	102.3	0.0	-176.6	眼内角点	91.3	±18.6	-116.5
口裂点	94.8	0.0	-183.6	耳屏点	-3.1	±75.2	-125.3
下唇中点	97.5	0.0	-190.7	颧点	68.8	±64.5	-129.4
颊上点	88.0	0.0	-200.7	鼻翼点	96.2	±18.7	-153.3
颊前点	86.6	0.0	-210.2	口角点	84.9	±27.5	-183.6
颊下点	77.9	0.0	-222.5	下颌角点	21.7	±62.1	-189.6

## 4.1.3.4 中正标准头型的测点坐标

中正标准头型的测点坐标参考值见表3。

表 3 中正标准头型的测点坐标参考值

单位为毫米

测点名称	坐标			测点名称	坐标		
	X	Y	Z		X	Y	Z
头顶点	0.0	0.0	0.0	枕后点	−87.8	0.0	−93.1
眉间点	107.9	0.0	−93.1	枕外隆突点	−84.4	0.0	−120.2
鼻梁点	89.5	0.0	−120.2	颞颥点	26.3	±75.9	−93.1
鼻尖点	115.1	0.0	−157.0	颞嵴点	83.2	±54.2	−93.1
鼻下点	100.6	0.0	−166.8	眼外角点	85.6	±48.2	−122.7
上唇中点	101.5	0.0	−182.7	眼内角点	92.2	±18.3	−123.0
口裂点	93.9	0.0	−189.3	耳屏点	−5.1	±72.4	−133.2
下唇中点	96.3	0.0	−196.3	颏点	75.5	±59.9	−135.8
颊上点	86.4	0.0	−206.4	鼻翼点	96.8	±18.7	−158.9
颊前点	84.5	0.0	−216.0	口角点	83.4	±27.1	−189.3
颊下点	75.7	0.0	−227.5	下颌角点	24.5	±59.0	−195.1

4.1.3.5 中高标准头型的测点坐标

中高标准头型的测点坐标参考值见表 4。

表 4 中高标准头型的测点坐标参考值

单位为毫米

测点名称	坐标			测点名称	坐标		
	X	Y	Z		X	Y	Z
头顶点	0.0	0.0	0.0	枕后点	−85.1	0.0	−96.7
眉间点	107.1	0.0	−96.7	枕外隆突点	−80.6	0.0	−128.5
鼻梁点	95.9	0.0	−128.5	颞颥点	23.9	±74.9	−96.7
鼻尖点	110.6	0.0	−166.1	颞嵴点	81.6	±54.1	−96.7
鼻下点	95.4	0.0	−175.8	眼外角点	83.5	±48.2	−129.6
上唇中点	94.8	0.0	−191.7	眼内角点	89.9	±18.4	−131.5
口裂点	87.3	0.0	−198.0	耳屏点	−2.9	±71.7	−137.4
下唇中点	89.6	0.0	−205.5	颏点	73.3	±58.8	−142.6
颊上点	78.0	0.0	−215.0	鼻翼点	91.2	±18.7	−166.9
颊前点	75.5	0.0	−223.6	口角点	76.2	±27.4	−198.0
颊下点	65.3	0.0	−235.7	下颌角点	21.1	±58.3	−198.8

4.1.3.6 圆特高标准头型的测点坐标

圆特高标准头型的测点坐标参考值见表 5。

表 5 圆特高标准头型的测点坐标参考值

单位为毫米

测点名称	坐标			测点名称	坐标		
	X	Y	Z		X	Y	Z
头顶点	0.0	0.0	0.0	枕后点	-78.8	0.0	-100.2
眉间点	104.0	0.0	-100.2	枕外隆突点	-76.6	0.0	-131.3
鼻梁点	93.1	0.0	-131.3	颅侧点	22.8	±78.5	-100.2
鼻尖点	107.5	0.0	-169.7	颞嵴点	75.7	±58.3	-100.2
鼻下点	91.6	0.0	-179.6	眼外角点	80.5	±49.3	-132.5
上唇中点	92.3	0.0	-195.3	眼内角点	87.3	±18.9	-134.1
口裂点	84.6	0.0	-201.8	耳屏点	-6.1	±72.5	-142.8
下唇中点	86.9	0.0	-209.7	颞点	66.4	±63.1	-145.9
颊上点	75.7	0.0	-219.5	鼻翼点	88.6	±18.2	-171.4
颊前点	72.6	0.0	-228.9	口角点	74.1	±27.3	-201.8
颊下点	59.5	0.0	-242.2	下颌角点	20.4	±59.5	-202.5

## 4.1.3.7 超圆高标准头型的测点坐标

超圆高标准头型的测点坐标参考值见表 6。

表 6 超圆高标准头型的测点坐标参考值

单位为毫米

测点名称	坐标			测点名称	坐标		
	X	Y	Z		X	Y	Z
头顶点	0.0	0.0	0.0	枕后点	-76.3	0.0	-90.4
眉间点	104.5	0.0	-90.4	枕外隆突点	-75.8	0.0	-118.3
鼻梁点	96.8	0.0	-118.3	颅侧点	26.4	±82.9	-90.4
鼻尖点	114.7	0.0	-156.8	颞嵴点	73.3	±62.7	-90.4
鼻下点	99.2	0.0	-167.2	眼外角点	83.2	±51.4	-120.3
上唇中点	99.7	0.0	-182.3	眼内角点	90.7	±20.3	-121.7
口裂点	92.6	0.0	-189.1	耳屏点	-0.2	±76.7	-134.5
下唇中点	94.9	0.0	-196.2	颞点	69.3	±66.5	-136.1
颊上点	85.5	0.0	-206.3	鼻翼点	95.2	±18.5	-158.9
颊前点	84.1	0.0	-215.6	口角点	82.4	±28.4	-189.1
颊下点	74.4	0.0	-227.7	下颌角点	21.9	±62.5	-194.6

## 4.1.3.8 超圆特高标准头型的测点坐标

超圆特高标准头型的测点坐标参考值见表 7。

表 7 超圆特高标准头型的测点坐标参考值 单位为毫米

测点名称	坐标			测点名称	坐标		
	X	Y	Z		X	Y	Z
头顶点	0.0	0.0	0.0	枕后点	-73.8	0.0	-95.1
眉间点	102.5	0.0	-95.1	枕外隆突点	-74.0	0.0	-128.2
鼻梁点	92.4	0.0	-128.2	颞侧点	22.6	±82.8	-95.1
鼻尖点	106.8	0.0	-166.3	颞峰点	72.5	±61.4	-95.1
鼻下点	91.6	0.0	-175.9	眼外角点	80.5	±48.8	-129.7
上唇中点	92.9	0.0	-190.8	眼内角点	86.6	±18.7	-131.2
口裂点	85.4	0.0	-197.6	耳屏点	-4.8	±74.2	-137.7
下唇中点	87.7	0.0	-204.8	颏点	67.9	±62.3	-140.5
颊上点	76.8	0.0	-214.5	鼻翼点	88.4	±18.0	-167.6
颊前点	74.3	0.0	-222.3	口角点	74.8	±27.2	-197.6
颊下点	61.8	0.0	-235.5	下颌角点	19.9	±58.1	-201.2

4.1.4 标准头型的尺寸

各型标准头型的基本尺寸可参考 4.2.3.1 中各型头型样本同一项目尺寸的平均值,其他尺寸的计算参见附录 B 中 B.2。

4.1.5 标准头型的缩放

用于装置设计的参考头型可对标准头型参数进行缩放而建立。缩放因子计算方法见式(1):

$$\lambda = \sqrt[3]{V/\hat{V}} \dots\dots\dots (1)$$

式中:

- λ——某头型或某百分位头型的缩放因子;
- V——某头型或某百分位头型的体积,单位为立方厘米(cm³);
- Ŵ——该分组标准头型的体积,单位为立方厘米(cm³)。

各型头型的缩放因子分布见 4.2.3.2,应用方法参见附录 B。

4.2 成年男性的头型尺寸分布

4.2.1 头型总样本的尺寸分布

头型总样本的尺寸分布见表 8。

表 8 头型总样本的尺寸

基本尺寸	平均值	标准差	最小值	最大值	百分位数						
					1	3	5	50	95	97	99
头长/mm	188.2	6.678	161.5	220.7	172.4	175.9	177.6	188.3	199.3	200.8	204.1
头宽/mm	156.8	6.123	136.2	181.0	143.1	146.1	147.2	156.6	167.6	169.1	172.3
头全高/mm	231.0	9.105	190.0	255.0	210.0	215.0	215.0	230.0	245.0	250.0	250.0
头宽长指数	83.37	4.248	68.24	100.67	73.99	75.54	76.58	83.30	90.48	91.27	93.13
头高长指数	122.81	5.477	97.41	140.86	110.40	112.68	113.96	122.59	132.03	133.02	135.81
体积/cm³	4 234.7	315.744	3 342.2	5 461.8	3 585.1	3 691.7	3 763.9	4 214.9	4 776.7	4 895.1	5 085.3

## 4.2.2 头指数二维分布及头型样本分组

## 4.2.2.1 头指数二维分布

头宽长指数与头高长指数二维分布见表 9。

表 9 头指数二维分布

头宽长指数	头高长指数							
	≤109.99	≤114.99	≤119.99	≤124.99	≥125.00	≥130.00	≥135.00	≥140.00
≤74.99	0.238%	0.476%	1.031%	0.555%	—	—	—	—
≤79.99	0.397%	2.775%	6.899%	8.009%	0.952%	0.079%	—	—
≤84.99	0.159%	2.300%	11.499%	18.636%	9.199%	2.617%	—	—
≤89.99	0.079%	0.793%	3.569%	8.168%	10.230%	4.124%	0.872%	—
≥90.00	—	0.079%	0.238%	1.269%	2.062%	1.507%	0.476%	0.079%
≥95.00	—	—	—	0.079%	0.238%	0.238%	—	—
≥100.00	—	—	—	—	—	—	0.079%	—

## 4.2.2.2 头型样本的分组及覆盖率

头型样本的分组及覆盖率见表 10。

表 10 头型样本的分组及覆盖率

头宽长指数	头高长指数		
	≤119.99	≤129.99	≥130.00
≤79.99	11.816%(中正型)	9.516%(中高型)	0.079%(中特高型)
≤89.99	18.399%(圆正型)	46.233%(圆高型)	7.613%(圆特高型)
≥90.00	0.317%(超圆正型)	3.648%(超圆高型)	2.379%(超圆特高型)
注：覆盖率小于 1% 的头型分组不生成标准头型。			

## 4.2.3 分组头型样本的尺寸分布

## 4.2.3.1 各型头型的基本尺寸分布

各型头型的基本尺寸分布见表 11。

表 11 各型头型的基本尺寸

单位为毫米

各型	基本尺寸	平均值	标准差	最小值	最大值	百分位数						
						1	3	5	50	95	97	99
圆高	头长	187.2	5.356	170.3	206.2	175.2	177.6	178.5	187.1	196.4	198.6	200.8
	头宽	158.1	5.063	144.1	179.0	148.2	149.9	150.7	157.6	167.5	168.7	170.8
	头全高	233.0	7.028	210.0	255.0	215.0	220.0	220.0	235.0	240.0	245.0	250.0
圆正	头长	189.5	5.354	175.2	205.9	175.4	178.9	180.6	189.6	198.6	199.0	201.2
	头宽	157.6	4.721	146.4	173.0	147.1	148.9	150.0	157.2	165.8	166.5	169.2
	头全高	222.1	7.239	205.0	240.0	206.6	210.0	210.0	220.0	230.0	235.0	238.4
中正	头长	195.5	5.747	179.9	220.7	180.7	186.8	187.9	194.9	204.9	207.8	213.4
	头宽	151.4	4.518	140.4	163.9	140.4	142.2	144.5	151.1	158.8	159.9	161.7
	头全高	226.5	7.936	190.0	250.0	199.8	210.0	215.0	225.0	235.0	240.0	245.0

表 11 (续)

单位为毫米

各型	基本尺寸	平均值	标准差	最小值	最大值	百分位数						
						1	3	5	50	95	97	99
中高	头长	192.2	5.035	181.5	205.9	181.6	183.0	184.4	191.7	200.9	202.8	203.4
	头宽	149.9	4.266	136.2	161.4	137.1	140.9	142.5	149.5	156.9	158.2	159.2
	头全高	235.7	6.714	220.0	255.0	220.0	223.0	225.0	235.0	245.0	250.0	250.0
圆特高	头长	183.0	4.493	172.6	191.9	—	174.3	175.4	182.4	190.7	191.1	191.5
	头宽	157.0	5.126	144.2	169.2	—	146.4	148.0	157.3	164.6	167.2	168.3
	头全高	242.2	6.028	225.0	255.0	—	230.0	234.3	240.0	250.0	250.6	255.0
超圆高	头长	181.2	6.107	169.5	195.8	—	169.8	170.7	179.8	191.3	192.9	194.8
	头宽	166.4	6.025	153.2	181.0	—	154.5	156.9	166.7	175.9	178.4	180.3
	头全高	228.3	7.762	210.0	250.0	—	211.9	215.0	230.0	240.0	243.1	247.7
超圆特高	头长	176.1	6.041	161.5	185.7	—	—	163.0	177.2	183.8	184.1	185.1
	头宽	162.3	5.712	148.7	176.0	—	—	149.5	161.8	170.0	172.3	174.8
	头全高	234.8	8.558	210.0	245.0	—	—	212.5	235.0	240.0	245.0	245.0

注：“—”表示该头型的样本量不足以生成所对应的百分位数值。

#### 4.2.3.2 各型头型的缩放因子分布

各型头型的缩放因子分布见表 12。

表 12 各型头型的缩放因子

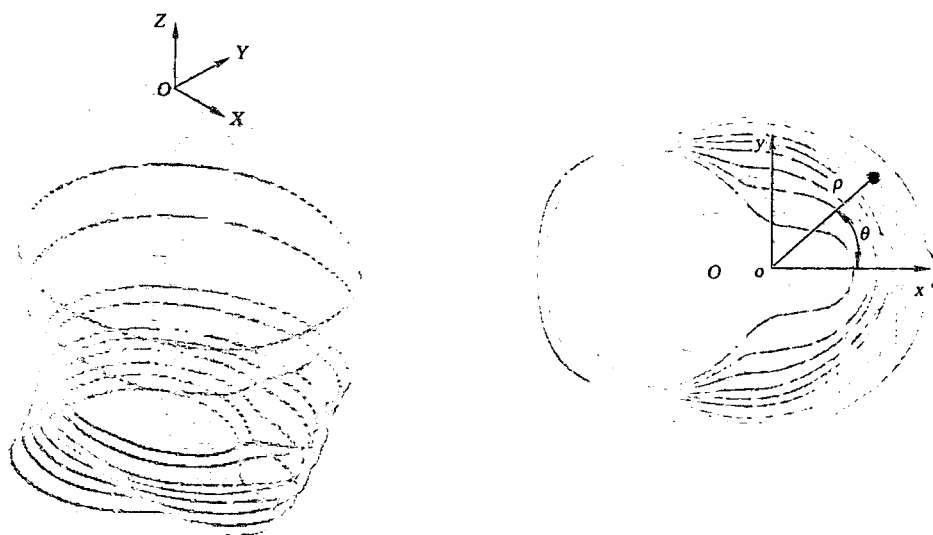
各型	平均值	标准差	最小值	最大值	百分位数						
					1	3	5	50	95	97	99
圆高	1.002 5	0.024 213	0.939 0	1.088 4	0.950 3	0.961 5	0.965 8	1.002 0	1.043 8	1.052 4	1.072 3
圆正	1.002 6	0.025 006	0.948 8	1.073 4	0.949 3	0.957 4	0.960 6	1.003 4	1.043 0	1.051 1	1.063 4
中正	1.002 6	0.024 204	0.934 6	1.062 3	0.935 5	0.963 7	0.969 8	0.997 5	1.049 1	1.052 5	1.060 2
中高	1.002 6	0.022 628	0.949 2	1.063 2	0.949 9	0.960 3	0.962 1	1.002 5	1.036 4	1.044 8	1.057 7
圆特高	1.002 8	0.022 027	0.953 6	1.056 2	—	0.962 7	0.966 0	1.001 5	1.036 8	1.041 1	1.056 2
超圆高	1.002 7	0.030 421	0.924 4	1.082 0	—	0.935 7	0.956 1	0.997 1	1.061 2	1.066 2	1.074 7
超圆特高	1.003 1	0.026 718	0.934 7	1.051 0	—	—	0.948 3	1.010 1	1.034 5	1.038 6	1.046 8

注：“—”表示该头型的样本量不足以生成所对应的百分位数值。

附录 A  
(规范性附录)  
成年男性标准头型的数学模型及描述参数

### A.1 标准头型示意

构建标准头型的各层周线与法兰克福平面平行并以特征周线分组,各组内周线等间距。头顶点设为总体直角坐标系原点  $O$ ,  $XOZ$  面即为正中矢状面,  $Z$  轴垂直于各层周线向上,见图 A.1a)。各层周线数据的局部坐标系为统一的面内极坐标系,见图 A.1b),  $ox$  轴同样位于正中矢状面上但极点  $o$  比  $O$  点更靠近面部,  $\rho$  为极径,  $\theta$  为极角。



a) 标准头型逐层周线描述示意

b) 各层周线数据的极坐标表示

图 A.1 标准头型示意图

### A.2 标准头型数学模型

极坐标系下,各层周线形状(去除耳廓和头发)用 12 阶傅立叶级数表示为式(A.1):

$$\rho_i(\theta) = a_{i,0}/2 + \sum_{n=1}^{12} a_{i,n} \cos n\theta \quad \dots\dots\dots (A.1)$$

式中:

$i$ ——周线层序号 id;

$a_{i,n}$ ——常系数,  $n=0,1,\dots,12$ 。

总体直角坐标系下,各层周线的极点坐标为  $(X_o, 0, Z_i)$ 。标准头型数据点  $j$  的坐标可由式(A.2)计算:

$$\begin{cases} X_{i,j} = \rho_{i,j} \cos \theta_j + X_o \\ Y_{i,j} = \rho_{i,j} \sin \theta_j, i > 0 \\ Z_{i,j} = Z_i \end{cases} \quad \dots\dots\dots (A.2)$$

因此,标准头型的描述参数包括各层周线的位置参数  $X_o$ 、 $Z$  和形状参数  $a_n$ ,见 A.4。

A.3 标准头型的特征周线

A.3.1 特征周线的位置

特征周线过面部正中矢状面上的测点,见图 A.2。

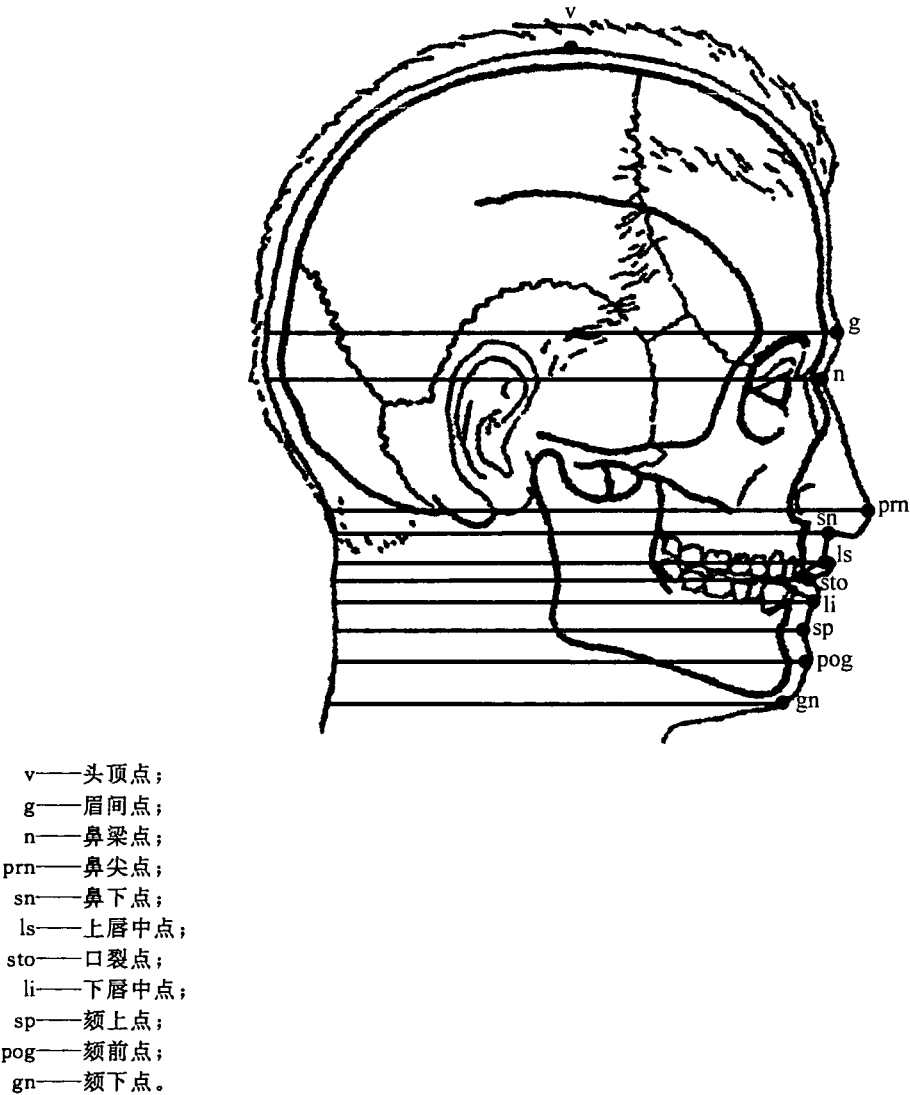


图 A.2 特征周线的位置

A.3.2 特征周线的层序号

标准头型的特征周线层序号见表 A.1。

表 A.1 标准头型的特征周线层序号

特征周线	头顶点层	眉间点层	鼻梁点层	鼻尖点层	鼻下点层	上唇中点层
周线层序号(id)	0	23	30	39	41	44
特征周线	口裂点层	下唇中点层	颊上点层	颊前点层	颊下点层	最底层
周线层序号(id)	46	48	50	52	55	56

A.4 标准头型的描述参数

A.4.1 圆高标准头型

圆高标准头型的描述参数见表 A.2。



表 A.2 圆高标准头型的描述参数( $X_0=24.535$ )

单位为毫米

id	Z	$a_0$	$a_1$	$a_2$	$a_3$	$a_4$	$a_5$	$a_6$	$a_7$	$a_8$	$a_9$	$a_{10}$	$a_{11}$	$a_{12}$
1	-4.149	50.140	-18.320	5.878	-0.773	-0.623	0.621	-0.332	0.121	-0.038	0.020	-0.023	0.027	0.028
2	-8.297	75.632	-21.773	6.625	-0.216	-1.029	0.704	-0.295	0.060	-0.030	0.024	-0.028	0.022	-0.017
3	-12.446	91.812	-21.169	6.241	0.598	-1.236	0.605	-0.178	-0.008	-0.036	0.021	-0.021	0.005	-0.003
4	-16.594	104.678	-20.469	5.932	1.249	-1.258	0.458	-0.061	-0.030	-0.065	0.021	-0.018	-0.015	0.008
5	-20.743	115.334	-19.758	5.571	1.711	-1.173	0.313	0.038	0.000	-0.087	0.013	-0.012	-0.035	0.011
6	-24.891	124.439	-19.073	5.219	1.995	-1.037	0.177	0.094	0.054	-0.087	0.007	-0.002	-0.045	0.015
7	-29.040	132.271	-18.378	4.909	2.118	-0.876	0.062	0.091	0.101	-0.077	0.010	0.008	-0.043	0.020
8	-33.188	139.053	-17.706	4.678	2.096	-0.707	-0.014	0.045	0.115	-0.067	0.020	0.010	-0.034	0.029
9	-37.337	144.916	-17.048	4.547	1.945	-0.546	-0.050	-0.011	0.100	-0.073	0.042	0.012	-0.027	0.040
10	-41.485	149.970	-16.396	4.517	1.706	-0.404	-0.059	-0.059	0.067	-0.091	0.064	0.013	-0.022	0.045
11	-45.634	154.365	-15.770	4.583	1.425	-0.277	-0.056	-0.092	0.024	-0.123	0.081	0.010	-0.018	0.042
12	-49.782	158.154	-15.163	4.734	1.136	-0.164	-0.050	-0.110	-0.020	-0.165	0.086	0.005	-0.013	0.033
13	-53.931	161.417	-14.593	4.946	0.858	-0.062	-0.047	-0.117	-0.055	-0.208	0.080	-0.007	-0.010	0.021
14	-58.080	164.200	-14.088	5.192	0.594	0.021	-0.052	-0.116	-0.069	-0.244	0.067	-0.020	-0.008	0.006
15	-62.228	166.531	-13.651	5.444	0.351	0.081	-0.075	-0.111	-0.058	-0.268	0.052	-0.032	-0.008	-0.010
16	-66.377	168.430	-13.307	5.683	0.133	0.115	-0.117	-0.103	-0.024	-0.274	0.042	-0.035	-0.009	-0.025
17	-70.525	169.930	-13.057	5.903	-0.058	0.123	-0.179	-0.096	0.017	-0.266	0.041	-0.025	-0.007	-0.038
18	-74.674	171.094	-12.840	6.123	-0.201	0.113	-0.247	-0.096	0.042	-0.260	0.037	-0.008	-0.007	-0.046
19	-78.822	171.971	-12.635	6.377	-0.280	0.100	-0.308	-0.105	0.038	-0.266	0.021	-0.002	-0.015	-0.056
20	-82.971	172.636	-12.372	6.680	-0.298	0.084	-0.351	-0.126	0.002	-0.279	-0.005	-0.010	-0.031	-0.067
21	-87.119	173.120	-12.055	7.005	-0.296	0.050	-0.387	-0.158	-0.054	-0.283	-0.029	-0.016	-0.038	-0.074
22	-91.268	173.439	-11.710	7.299	-0.330	-0.031	-0.436	-0.204	-0.117	-0.268	-0.033	0.000	-0.016	-0.073
23	-95.416	173.571	-11.357	7.494	-0.467	-0.194	-0.519	-0.274	-0.176	-0.217	0.002	0.051	0.042	-0.062
24	-99.491	173.281	-11.281	7.469	-0.730	-0.408	-0.587	-0.296	-0.196	-0.134	0.067	0.119	0.095	-0.060
25	-103.566	172.724	-11.292	7.311	-1.052	-0.630	-0.636	-0.304	-0.204	-0.056	0.149	0.196	0.164	-0.043
26	-107.641	171.835	-11.458	6.976	-1.467	-0.870	-0.671	-0.309	-0.226	-0.001	0.247	0.289	0.265	0.023
27	-111.715	170.610	-11.796	6.467	-1.969	-1.114	-0.704	-0.338	-0.296	-0.002	0.333	0.391	0.393	0.138
28	-115.790	169.093	-12.285	5.834	-2.484	-1.291	-0.689	-0.353	-0.399	-0.053	0.382	0.469	0.529	0.297
29	-119.865	167.500	-12.764	5.209	-2.911	-1.310	-0.586	-0.291	-0.460	-0.111	0.382	0.506	0.646	0.461
30	-123.940	165.988	-13.125	4.676	-3.231	-1.146	-0.358	-0.079	-0.340	-0.051	0.381	0.519	0.716	0.561
31	-128.192	164.637	-13.229	4.265	-3.486	-0.865	0.043	0.400	0.117	0.313	0.543	0.567	0.734	0.520
32	-132.445	163.767	-12.852	4.171	-3.621	-0.577	0.336	0.794	0.566	0.660	0.662	0.575	0.691	0.425
33	-136.698	163.193	-12.184	4.282	-3.660	-0.276	0.543	1.110	0.983	0.975	0.743	0.577	0.651	0.336
34	-140.951	162.751	-11.408	4.506	-3.620	0.000	0.624	1.327	1.310	1.199	0.797	0.595	0.624	0.281
35	-145.203	162.238	-10.679	4.791	-3.536	0.261	0.647	1.453	1.540	1.352	0.840	0.650	0.644	0.283
36	-149.456	161.561	-10.096	5.131	-3.373	0.550	0.694	1.575	1.724	1.487	0.929	0.766	0.729	0.355
37	-153.709	160.744	-9.646	5.549	-3.101	0.912	0.817	1.742	1.908	1.642	1.087	0.943	0.847	0.450
38	-157.961	159.815	-9.309	6.095	-2.695	1.388	1.046	1.953	2.081	1.792	1.243	1.086	0.907	0.470
39	-162.214	158.747	-9.129	6.720	-2.197	1.920	1.318	2.140	2.135	1.813	1.286	1.066	0.793	0.332
40	-167.154	156.383	-10.060	6.679	-2.347	1.885	1.081	1.790	1.695	1.473	1.080	0.897	0.677	0.288
41	-172.094	153.188	-11.813	6.104	-3.144	1.188	0.232	0.815	0.674	0.617	0.453	0.381	0.324	0.088
42	-177.291	151.336	-12.188	7.140	-2.630	1.604	0.373	0.643	0.356	0.334	0.252	0.162	0.189	-0.005
43	-182.488	149.501	-12.515	8.508	-2.042	1.977	0.577	0.549	0.167	0.196	0.176	0.026	0.135	-0.036
44	-187.685	147.234	-13.183	9.884	-1.631	2.160	0.779	0.531	0.163	0.257	0.267	0.011	0.189	0.011
45	-191.051	144.738	-14.559	10.129	-2.019	1.714	0.565	0.304	0.065	0.263	0.330	0.024	0.246	0.065
46	-194.418	142.141	-16.012	10.437	-2.415	1.245	0.382	0.092	-0.028	0.262	0.379	0.009	0.269	0.082
47	-198.015	140.332	-16.576	11.865	-1.981	1.436	0.800	0.279	0.111	0.365	0.460	-0.030	0.247	0.059
48	-201.612	138.337	-17.283	13.284	-1.636	1.533	1.219	0.434	0.227	0.439	0.532	-0.057	0.245	0.071
49	-206.530	134.253	-19.602	14.269	-2.281	0.602	1.096	0.028	-0.113	0.141	0.351	-0.273	0.124	0.027
50	-211.448	130.467	-21.621	15.876	-2.683	-0.211	1.281	-0.122	-0.219	0.039	0.356	-0.355	0.091	0.058
51	-216.105	127.164	-23.203	18.087	-2.634	-0.907	1.610	-0.108	-0.184	0.033	0.461	-0.348	0.091	0.117
52	-220.762	123.532	-24.952	20.750	-2.216	-1.587	1.870	-0.178	-0.168	-0.008	0.537	-0.335	0.080	0.167
53	-224.841	119.666	-27.124	23.016	-1.696	-2.136	2.047	-0.389	-0.224	-0.101	0.541	-0.341	0.043	0.184
54	-228.920	114.731	-30.201	25.225	-0.854	-2.425	2.346	-0.649	-0.293	-0.253	0.454	-0.351	0.010	0.198
55	-232.999	108.107	-34.921	26.808	0.219	-2.169	3.131	-0.731	-0.217	-0.393	0.255	-0.418	-0.074	0.178
56	-237.388	93.010	-48.110	22.410	-1.464	-3.796	3.320	-0.901	0.135	-0.191	0.383	-0.226	-0.093	0.267

## A.4.2 圆正标准头型

圆正标准头型的描述参数见表 A.3。

表 A.3 圆正标准头型的描述参数( $X_0 = 25.499$ )

单位为毫米

id	Z	$a_0$	$a_1$	$a_2$	$a_3$	$a_4$	$a_5$	$a_6$	$a_7$	$a_8$	$a_9$	$a_{10}$	$a_{11}$	$a_{12}$
1	-3.845	47.012	-17.038	6.422	-1.660	-0.040	0.394	-0.323	0.159	-0.063	0.030	-0.020	0.018	-0.023
2	-7.690	74.037	-22.004	8.302	-1.665	-0.376	0.606	-0.422	0.157	-0.055	0.025	-0.029	0.025	-0.026
3	-11.535	89.950	-21.765	8.173	-0.901	-0.778	0.729	-0.396	0.080	-0.039	0.018	-0.036	0.019	-0.017
4	-15.379	102.599	-21.559	7.977	-0.210	-1.004	0.748	-0.275	-0.005	-0.044	0.029	-0.040	0.006	-0.006
5	-19.224	113.155	-21.264	7.636	0.383	-1.140	0.654	-0.125	-0.036	-0.060	0.048	-0.041	-0.005	0.003
6	-23.069	122.240	-20.924	7.239	0.818	-1.197	0.503	-0.029	-0.037	-0.064	0.062	-0.035	-0.007	0.015
7	-26.914	130.133	-20.544	6.828	1.127	-1.184	0.344	0.012	-0.037	-0.073	0.076	-0.019	-0.006	0.025
8	-30.759	136.986	-20.092	6.460	1.304	-1.121	0.218	0.013	-0.036	-0.079	0.081	-0.003	-0.002	0.031
9	-34.604	142.980	-19.596	6.174	1.352	-1.018	0.124	-0.011	-0.042	-0.086	0.090	-0.002	0.003	0.038
10	-38.449	148.226	-19.068	6.003	1.305	-0.889	0.062	-0.045	-0.058	-0.095	0.096	-0.006	0.005	0.043
11	-42.293	152.799	-18.512	5.936	1.195	-0.751	0.025	-0.081	-0.085	-0.113	0.101	-0.013	0.004	0.039
12	-46.138	156.771	-17.984	5.951	1.040	-0.619	0.010	-0.112	-0.113	-0.137	0.100	-0.025	0.003	0.034
13	-49.983	160.198	-17.496	6.020	0.852	-0.500	0.003	-0.130	-0.134	-0.162	0.096	-0.037	0.000	0.026
14	-53.828	163.123	-17.064	6.122	0.633	-0.398	-0.006	-0.136	-0.142	-0.180	0.090	-0.046	-0.002	0.017
15	-57.673	165.598	-16.704	6.243	0.399	-0.316	-0.024	-0.132	-0.129	-0.189	0.082	-0.051	-0.003	0.006
16	-61.518	167.641	-16.426	6.384	0.162	-0.255	-0.060	-0.119	-0.093	-0.187	0.081	-0.051	-0.004	-0.007
17	-65.362	169.342	-16.180	6.559	-0.047	-0.202	-0.115	-0.113	-0.058	-0.191	0.077	-0.049	-0.005	-0.020
18	-69.207	170.763	-15.928	6.781	-0.206	-0.149	-0.176	-0.118	-0.038	-0.207	0.066	-0.050	-0.011	-0.034
19	-73.052	171.926	-15.672	7.064	-0.311	-0.091	-0.242	-0.132	-0.042	-0.241	0.047	-0.061	-0.028	-0.047
20	-76.897	172.910	-15.320	7.413	-0.357	-0.040	-0.307	-0.162	-0.066	-0.282	0.024	-0.071	-0.045	-0.057
21	-80.742	173.675	-14.968	7.761	-0.421	-0.040	-0.385	-0.210	-0.099	-0.306	0.021	-0.060	-0.043	-0.055
22	-84.587	174.245	-14.630	8.049	-0.542	-0.110	-0.477	-0.269	-0.128	-0.298	0.050	-0.018	-0.016	-0.044
23	-88.432	174.617	-14.309	8.228	-0.756	-0.266	-0.588	-0.332	-0.140	-0.248	0.116	0.060	0.037	-0.029
24	-91.854	174.504	-14.271	8.177	-1.075	-0.479	-0.671	-0.349	-0.116	-0.163	0.188	0.149	0.095	-0.019
25	-95.277	174.182	-14.283	8.033	-1.440	-0.706	-0.728	-0.353	-0.093	-0.072	0.268	0.241	0.160	0.003
26	-98.700	173.555	-14.424	7.735	-1.866	-0.938	-0.760	-0.364	-0.091	0.003	0.332	0.345	0.251	0.061
27	-102.123	172.646	-14.692	7.326	-2.336	-1.151	-0.760	-0.391	-0.135	0.037	0.376	0.445	0.358	0.155
28	-105.545	171.575	-15.002	6.862	-2.762	-1.289	-0.715	-0.417	-0.227	0.005	0.381	0.518	0.463	0.286
29	-108.968	170.436	-15.273	6.423	-3.075	-1.306	-0.602	-0.382	-0.299	-0.055	0.365	0.569	0.564	0.433
30	-112.391	169.292	-15.470	6.040	-3.327	-1.218	-0.399	-0.277	-0.290	-0.041	0.366	0.604	0.658	0.554
31	-116.645	168.039	-15.465	5.677	-3.536	-0.957	0.040	0.158	0.050	0.239	0.515	0.680	0.715	0.560
32	-120.900	167.233	-15.015	5.541	-3.613	-0.688	0.412	0.610	0.457	0.557	0.669	0.691	0.683	0.490
33	-125.154	166.775	-14.161	5.613	-3.582	-0.441	0.669	0.993	0.869	0.858	0.791	0.682	0.643	0.406
34	-129.409	166.457	-13.082	5.807	-3.506	-0.219	0.811	1.243	1.205	1.103	0.875	0.677	0.616	0.338
35	-133.663	166.142	-11.961	6.024	-3.389	-0.007	0.840	1.384	1.451	1.276	0.941	0.707	0.649	0.333
36	-137.918	165.658	-10.903	6.254	-3.231	0.253	0.860	1.492	1.651	1.423	1.035	0.789	0.753	0.402
37	-142.172	164.936	-9.955	6.555	-3.008	0.606	0.941	1.620	1.857	1.579	1.171	0.942	0.889	0.501
38	-146.427	164.049	-9.084	6.961	-2.665	1.060	1.114	1.797	2.055	1.727	1.313	1.084	0.972	0.542
39	-150.681	162.922	-8.394	7.372	-2.277	1.548	1.289	1.922	2.143	1.757	1.321	1.082	0.896	0.418
40	-155.722	160.466	-8.636	7.146	-2.473	1.517	0.974	1.559	1.751	1.403	1.052	0.889	0.723	0.304
41	-160.763	157.184	-9.713	6.400	-3.244	0.901	0.223	0.714	0.825	0.613	0.453	0.420	0.385	0.099
42	-165.829	155.261	-9.601	7.072	-2.667	1.353	0.389	0.657	0.558	0.341	0.267	0.249	0.222	0.006
43	-170.896	153.398	-9.481	8.025	-2.014	1.814	0.640	0.653	0.362	0.185	0.162	0.118	0.134	-0.040
44	-175.963	151.229	-9.605	9.011	-1.508	2.138	0.876	0.664	0.266	0.210	0.228	0.088	0.164	0.014
45	-179.470	148.868	-10.559	9.062	-1.726	1.811	0.629	0.429	0.099	0.180	0.256	0.087	0.209	0.067
46	-182.978	146.263	-11.696	9.094	-2.017	1.393	0.360	0.213	-0.029	0.175	0.317	0.112	0.261	0.114
47	-186.584	144.412	-12.105	10.110	-1.528	1.599	0.659	0.420	0.129	0.303	0.447	0.129	0.268	0.113
48	-190.189	142.410	-12.593	11.214	-1.074	1.731	0.961	0.586	0.222	0.381	0.529	0.104	0.261	0.114
49	-195.073	138.537	-14.301	11.936	-1.345	1.038	0.695	0.259	-0.117	0.072	0.333	-0.133	0.111	0.025
50	-199.956	134.876	-15.896	13.168	-1.386	0.435	0.655	0.180	-0.223	-0.058	0.310	-0.218	0.056	0.033
51	-204.599	131.643	-17.147	14.902	-1.018	0.008	0.770	0.250	-0.174	-0.057	0.390	-0.205	0.065	0.072
52	-209.241	128.251	-18.496	17.024	-0.368	-0.369	0.930	0.260	-0.146	-0.100	0.449	-0.192	0.066	0.123
53	-213.521	124.525	-20.335	18.968	0.398	-0.701	1.022	0.127	-0.148	-0.233	0.430	-0.190	0.012	0.118
54	-217.800	120.033	-23.020	20.724	1.390	-0.857	1.248	-0.018	-0.166	-0.386	0.356	-0.209	-0.033	0.110
55	-222.079	114.117	-27.246	21.755	2.397	-0.668	1.830	-0.031	-0.057	-0.437	0.283	-0.243	-0.100	0.082
56	-227.205	100.322	-39.845	18.883	0.301	-2.472	2.268	-0.405	0.183	-0.320	0.270	-0.128	-0.161	0.179

## A.4.3 中正标准头型

中正标准头型的描述参数见表 A.4。

表 A.4 中正标准头型的描述参数( $X_0=25.714$ )

单位为毫米

id	Z	$a_0$	$a_1$	$a_2$	$a_3$	$a_4$	$a_5$	$a_6$	$a_7$	$a_8$	$a_9$	$a_{10}$	$a_{11}$	$a_{12}$
1	-4.017	47.012	-17.038	6.422	-1.660	-0.040	0.394	-0.323	0.159	-0.063	0.030	-0.020	0.018	-0.023
2	-8.034	74.037	-22.004	8.302	-1.665	-0.376	0.606	-0.422	0.157	-0.055	0.025	-0.029	0.025	-0.026
3	-12.050	89.950	-21.765	8.173	-0.901	-0.778	0.729	-0.396	0.080	-0.039	0.018	-0.036	0.019	-0.017
4	-16.067	102.599	-21.559	7.977	-0.210	-1.004	0.748	-0.275	-0.005	-0.044	0.029	-0.040	0.006	-0.006
5	-20.084	113.155	-21.264	7.636	0.383	-1.140	0.654	-0.125	-0.036	-0.060	0.048	-0.041	-0.005	0.003
6	-24.101	122.240	-20.924	7.239	0.818	-1.197	0.503	-0.029	-0.037	-0.064	0.062	-0.035	-0.007	0.015
7	-28.117	130.133	-20.544	6.828	1.127	-1.184	0.344	0.012	-0.037	-0.073	0.076	-0.019	-0.006	0.025
8	-32.134	136.986	-20.092	6.460	1.304	-1.121	0.218	0.013	-0.036	-0.079	0.081	-0.003	-0.002	0.031
9	-36.151	142.980	-19.596	6.174	1.352	-1.018	0.124	-0.011	-0.042	-0.086	0.090	-0.002	0.003	0.038
10	-40.168	148.226	-19.068	6.003	1.305	-0.889	0.062	-0.045	-0.058	-0.095	0.096	-0.006	0.005	0.043
11	-44.184	152.799	-18.512	5.936	1.195	-0.751	0.025	-0.081	-0.085	-0.113	0.101	-0.013	0.004	0.039
12	-48.201	156.771	-17.984	5.951	1.040	-0.619	0.010	-0.112	-0.113	-0.137	0.100	-0.025	0.003	0.034
13	-52.218	160.198	-17.496	6.020	0.852	-0.500	0.003	-0.130	-0.134	-0.162	0.096	-0.037	0.000	0.026
14	-56.235	163.123	-17.064	6.122	0.633	-0.398	-0.006	-0.136	-0.142	-0.180	0.090	-0.046	-0.002	0.017
15	-60.251	165.598	-16.704	6.243	0.399	-0.316	-0.024	-0.132	-0.129	-0.189	0.082	-0.051	-0.003	0.006
16	-64.268	167.641	-16.426	6.384	0.162	-0.255	-0.060	-0.119	-0.093	-0.187	0.081	-0.051	-0.004	-0.007
17	-68.285	169.342	-16.180	6.559	-0.047	-0.202	-0.115	-0.113	-0.058	-0.191	0.077	-0.049	-0.005	-0.020
18	-72.302	170.763	-15.928	6.781	-0.206	-0.149	-0.176	-0.118	-0.038	-0.207	0.066	-0.050	-0.011	-0.034
19	-76.318	171.926	-15.672	7.064	-0.311	-0.091	-0.242	-0.132	-0.042	-0.241	0.047	-0.061	-0.028	-0.047
20	-80.335	172.910	-15.320	7.413	-0.357	-0.040	-0.307	-0.162	-0.066	-0.282	0.024	-0.071	-0.045	-0.057
21	-84.352	173.675	-14.968	7.761	-0.421	-0.040	-0.385	-0.210	-0.099	-0.306	0.021	-0.060	-0.043	-0.055
22	-88.369	174.245	-14.630	8.049	-0.542	-0.110	-0.477	-0.269	-0.128	-0.298	0.050	-0.018	-0.016	-0.044
23	-92.385	174.617	-14.309	8.228	-0.756	-0.266	-0.588	-0.332	-0.140	-0.248	0.116	0.060	0.037	-0.029
24	-96.038	174.504	-14.271	8.177	-1.075	-0.479	-0.671	-0.349	-0.116	-0.163	0.188	0.149	0.095	-0.019
25	-99.691	174.182	-14.283	8.033	-1.440	-0.706	-0.728	-0.353	-0.093	-0.072	0.268	0.241	0.160	0.003
26	-103.344	173.555	-14.424	7.735	-1.866	-0.938	-0.760	-0.364	-0.091	0.003	0.332	0.345	0.251	0.061
27	-106.997	172.646	-14.692	7.326	-2.336	-1.151	-0.760	-0.391	-0.135	0.037	0.376	0.445	0.358	0.155
28	-110.650	171.575	-15.002	6.862	-2.762	-1.289	-0.715	-0.417	-0.227	0.005	0.381	0.518	0.463	0.286
29	-114.303	170.436	-15.273	6.423	-3.075	-1.306	-0.602	-0.382	-0.299	-0.055	0.365	0.569	0.564	0.433
30	-117.956	169.292	-15.470	6.040	-3.327	-1.218	-0.399	-0.277	-0.290	-0.041	0.366	0.604	0.658	0.554
31	-122.173	168.039	-15.465	5.677	-3.536	-0.957	0.040	0.158	0.050	0.239	0.515	0.680	0.715	0.560
32	-126.390	167.233	-15.015	5.541	-3.613	-0.688	0.412	0.610	0.457	0.557	0.669	0.691	0.683	0.490
33	-130.608	166.775	-14.161	5.613	-3.582	-0.441	0.669	0.993	0.869	0.858	0.791	0.682	0.643	0.406
34	-134.825	166.457	-13.082	5.807	-3.506	-0.219	0.811	1.243	1.205	1.103	0.875	0.677	0.616	0.338
35	-139.042	166.142	-11.961	6.024	-3.389	-0.007	0.840	1.384	1.451	1.276	0.941	0.707	0.649	0.333
36	-143.260	165.658	-10.903	6.254	-3.231	0.253	0.860	1.492	1.651	1.423	1.035	0.789	0.753	0.402
37	-147.477	164.936	-9.955	6.555	-3.008	0.606	0.941	1.620	1.857	1.579	1.171	0.942	0.889	0.501
38	-151.694	164.049	-9.084	6.961	-2.665	1.060	1.114	1.797	2.055	1.727	1.313	1.084	0.972	0.542
39	-155.911	162.922	-8.394	7.372	-2.277	1.548	1.289	1.922	2.143	1.757	1.321	1.082	0.976	0.418
40	-160.877	160.466	-8.636	7.146	-2.473	1.517	0.974	1.559	1.751	1.403	1.052	0.889	0.723	0.304
41	-165.842	157.184	-9.713	6.400	-3.244	0.901	0.223	0.714	0.825	0.613	0.453	0.420	0.385	0.099
42	-171.100	155.261	-9.601	7.072	-2.667	1.353	0.389	0.657	0.558	0.341	0.267	0.249	0.222	0.006
43	-176.358	153.398	-9.481	8.025	-2.014	1.814	0.640	0.653	0.362	0.185	0.162	0.118	0.134	-0.040
44	-181.616	151.229	-9.605	9.011	-1.508	2.138	0.876	0.664	0.266	0.210	0.228	0.088	0.164	0.014
45	-184.837	148.868	-10.559	9.062	-1.726	1.811	0.629	0.429	0.099	0.180	0.256	0.087	0.209	0.067
46	-188.058	146.263	-11.696	9.094	-2.017	1.393	0.360	0.213	-0.029	0.175	0.317	0.112	0.261	0.114
47	-191.683	144.412	-12.105	10.110	-1.528	1.599	0.659	0.420	0.129	0.303	0.447	0.129	0.268	0.113
48	-195.307	142.410	-12.593	11.214	-1.074	1.731	0.961	0.586	0.222	0.381	0.529	0.104	0.261	0.114
49	-200.256	138.537	-14.301	11.936	-1.345	1.038	0.695	0.259	-0.117	0.072	0.333	-0.133	0.111	0.025
50	-205.205	134.876	-15.896	13.168	-1.386	0.435	0.655	0.180	-0.223	-0.058	0.310	-0.218	0.056	0.033
51	-209.886	131.643	-17.147	14.902	-1.018	0.008	0.770	0.250	-0.174	-0.057	0.390	-0.205	0.065	0.072
52	-214.567	128.251	-18.496	17.024	-0.368	-0.369	0.930	0.260	-0.146	-0.100	0.449	-0.192	0.066	0.123
53	-218.538	124.525	-20.335	18.968	0.398	-0.701	1.022	0.127	-0.148	-0.233	0.430	-0.190	0.012	0.118
54	-222.509	120.033	-23.020	20.724	1.390	-0.857	1.248	-0.018	-0.166	-0.386	0.356	-0.209	-0.033	0.110
55	-226.479	114.117	-27.246	21.755	2.397	-0.668	1.830	-0.031	-0.057	-0.437	0.283	-0.243	-0.100	0.082
56	-231.832	100.322	-39.845	18.883	0.301	-2.472	2.268	-0.405	0.183	-0.320	0.270	-0.128	-0.161	0.179

## A.4.4 中高标准头型

中高标准头型的描述参数见表 A.5。

表 A.5 中高标准头型的描述参数( $X_0=23.895$ )

单位为毫米

id	Z	$a_0$	$a_1$	$a_2$	$a_3$	$a_4$	$a_5$	$a_6$	$a_7$	$a_8$	$a_9$	$a_{10}$	$a_{11}$	$a_{12}$
1	-4.194	49.528	-17.574	6.180	-1.101	-0.364	0.534	-0.394	0.199	-0.098	0.038	-0.037	0.028	-0.021
2	-8.388	74.417	-20.884	7.172	-0.624	-0.697	0.613	-0.324	0.089	-0.047	0.011	-0.024	0.006	-0.003
3	-12.582	90.392	-20.360	7.086	0.135	-0.870	0.502	-0.159	-0.024	-0.016	0.002	-0.011	-0.017	0.020
4	-16.775	103.275	-19.661	7.049	0.745	-0.898	0.339	-0.015	-0.061	-0.037	-0.007	0.007	-0.032	0.022
5	-20.969	113.979	-18.967	6.912	1.196	-0.806	0.192	0.082	-0.032	-0.064	-0.016	0.009	-0.044	0.021
6	-25.163	123.098	-18.360	6.752	1.486	-0.638	0.079	0.133	0.020	-0.078	-0.021	0.011	-0.054	0.018
7	-29.357	130.964	-17.768	6.649	1.618	-0.452	-0.001	0.134	0.056	-0.078	-0.015	0.014	-0.047	0.016
8	-33.551	137.786	-17.214	6.600	1.604	-0.264	-0.053	0.103	0.072	-0.082	-0.002	0.021	-0.037	0.020
9	-37.745	143.691	-16.682	6.619	1.458	-0.098	-0.073	0.055	0.069	-0.097	0.018	0.027	-0.030	0.022
10	-41.938	148.802	-16.148	6.730	1.194	0.052	-0.075	0.012	0.054	-0.116	0.039	0.027	-0.022	0.027
11	-46.132	153.200	-15.606	6.924	0.877	0.175	-0.056	-0.022	0.022	-0.138	0.058	0.016	-0.016	0.035
12	-50.326	156.959	-15.059	7.198	0.556	0.282	-0.034	-0.053	-0.015	-0.163	0.071	-0.005	-0.011	0.034
13	-54.520	160.178	-14.528	7.531	0.248	0.368	-0.019	-0.075	-0.048	-0.189	0.076	-0.027	-0.005	0.028
14	-58.714	162.932	-14.022	7.907	-0.037	0.441	-0.020	-0.086	-0.064	-0.211	0.067	-0.046	0.005	0.014
15	-62.908	165.212	-13.587	8.285	-0.294	0.490	-0.047	-0.093	-0.054	-0.226	0.052	-0.055	0.009	-0.005
16	-67.101	167.055	-13.229	8.645	-0.515	0.508	-0.098	-0.097	-0.027	-0.236	0.038	-0.051	0.006	-0.023
17	-71.295	168.491	-12.956	8.977	-0.700	0.495	-0.166	-0.099	0.005	-0.238	0.035	-0.032	0.002	-0.035
18	-75.489	169.565	-12.732	9.288	-0.845	0.456	-0.237	-0.107	0.019	-0.236	0.037	-0.014	-0.003	-0.037
19	-79.683	170.319	-12.530	9.611	-0.937	0.403	-0.295	-0.123	0.002	-0.239	0.030	-0.008	-0.012	-0.034
20	-83.877	170.840	-12.272	9.947	-0.971	0.351	-0.334	-0.140	-0.043	-0.241	0.006	-0.016	-0.027	-0.044
21	-88.071	171.182	-11.953	10.286	-0.976	0.292	-0.361	-0.165	-0.105	-0.231	-0.025	-0.024	-0.028	-0.061
22	-92.265	171.375	-11.578	10.599	-1.009	0.194	-0.395	-0.209	-0.177	-0.202	-0.044	-0.012	-0.002	-0.073
23	-96.458	171.445	-11.163	10.796	-1.115	0.019	-0.478	-0.268	-0.244	-0.162	-0.018	0.043	0.053	-0.069
24	-100.982	171.102	-11.004	10.745	-1.338	-0.206	-0.560	-0.298	-0.269	-0.090	0.032	0.102	0.092	-0.081
25	-105.506	170.459	-10.923	10.518	-1.632	-0.434	-0.607	-0.316	-0.294	-0.006	0.104	0.154	0.146	-0.074
26	-110.030	169.529	-10.969	10.052	-2.004	-0.672	-0.661	-0.301	-0.319	0.037	0.192	0.234	0.228	-0.024
27	-114.554	168.236	-11.215	9.326	-2.489	-0.923	-0.722	-0.302	-0.385	0.033	0.299	0.323	0.357	0.108
28	-119.077	166.570	-11.688	8.409	-3.043	-1.068	-0.725	-0.289	-0.457	-0.003	0.357	0.401	0.507	0.279
29	-123.601	164.720	-12.260	7.434	-3.555	-1.069	-0.651	-0.192	-0.489	-0.046	0.359	0.431	0.664	0.474
30	-128.125	163.034	-12.658	6.597	-3.931	-0.858	-0.454	0.078	-0.276	0.047	0.350	0.447	0.740	0.571
31	-132.320	161.801	-12.660	6.039	-4.208	-0.571	-0.108	0.562	0.229	0.465	0.526	0.505	0.736	0.493
32	-136.514	161.072	-12.242	5.793	-4.290	-0.243	0.087	0.952	0.713	0.805	0.614	0.549	0.680	0.367
33	-140.709	160.560	-11.568	5.825	-4.292	0.069	0.229	1.242	1.098	1.091	0.677	0.576	0.636	0.281
34	-144.903	160.109	-10.828	6.010	-4.197	0.362	0.289	1.439	1.392	1.274	0.710	0.623	0.613	0.235
35	-149.098	159.509	-10.246	6.250	-4.017	0.641	0.326	1.589	1.591	1.387	0.754	0.695	0.630	0.252
36	-153.292	158.720	-9.860	6.559	-3.767	0.931	0.424	1.732	1.737	1.507	0.860	0.822	0.707	0.328
37	-157.487	157.822	-9.666	6.925	-3.381	1.291	0.582	1.905	1.888	1.642	1.034	0.994	0.799	0.415
38	-161.681	156.822	-9.573	7.461	-2.856	1.772	0.879	2.127	2.016	1.780	1.215	1.111	0.829	0.426
39	-165.876	155.697	-9.620	8.104	-2.255	2.333	1.241	2.297	2.035	1.802	1.264	1.057	0.701	0.277
40	-170.793	153.230	-10.742	8.157	-2.288	2.356	1.109	1.913	1.581	1.491	1.082	0.880	0.619	0.252
41	-175.710	149.933	-12.708	7.623	-3.079	1.588	0.238	0.827	0.521	0.635	0.456	0.355	0.303	0.071
42	-181.002	147.988	-13.240	8.784	-2.583	1.912	0.344	0.562	0.191	0.365	0.260	0.125	0.194	-0.011
43	-186.293	146.031	-13.712	10.326	-2.062	2.187	0.526	0.401	0.041	0.260	0.183	-0.019	0.166	-0.047
44	-191.585	143.531	-14.584	11.836	-1.779	2.277	0.759	0.375	0.123	0.373	0.287	-0.033	0.233	-0.021
45	-194.731	141.028	-16.015	12.054	-2.270	1.768	0.564	0.136	0.052	0.376	0.341	-0.024	0.287	0.024
46	-197.877	138.490	-17.461	12.335	-2.731	1.272	0.418	-0.081	-0.016	0.351	0.365	-0.061	0.276	0.015
47	-201.627	136.562	-18.110	13.915	-2.314	1.461	0.926	0.081	0.125	0.411	0.404	-0.133	0.250	-0.015
48	-205.377	134.389	-19.000	15.428	-2.064	1.539	1.453	0.240	0.268	0.492	0.494	-0.139	0.292	0.027
49	-210.209	130.131	-21.537	16.362	-2.982	0.537	1.414	-0.222	-0.041	0.203	0.323	-0.339	0.199	0.000
50	-215.042	126.240	-23.694	17.945	-3.645	-0.334	1.695	-0.434	-0.150	0.131	0.342	-0.445	0.196	0.033
51	-219.375	122.996	-25.308	20.111	-3.859	-1.013	2.103	-0.519	-0.120	0.172	0.415	-0.448	0.218	0.076
52	-223.708	119.466	-27.111	22.641	-3.729	-1.682	2.391	-0.693	-0.097	0.169	0.431	-0.453	0.245	0.114
53	-227.694	115.413	-29.337	25.079	-3.381	-2.151	2.669	-0.975	-0.173	0.087	0.453	-0.453	0.231	0.119
54	-231.681	110.108	-32.512	27.493	-2.690	-2.347	3.077	-1.278	-0.260	-0.081	0.394	-0.453	0.225	0.133
55	-235.667	102.819	-37.416	29.305	-1.806	-1.907	4.014	-1.268	-0.053	-0.194	0.196	-0.558	0.099	0.055
56	-240.897	89.624	-51.120	23.894	-2.759	-3.845	3.644	-1.173	0.180	-0.312	0.569	-0.392	-0.117	0.321

## A.4.5 圆特高标准头型

圆特高标准头型的描述参数见表 A.6。

表 A.6 圆特高标准头型的描述参数( $X_0=22.784$ )

单位为毫米

id	Z	$a_0$	$a_1$	$a_2$	$a_3$	$a_4$	$a_5$	$a_6$	$a_7$	$a_8$	$a_9$	$a_{10}$	$a_{11}$	$a_{12}$
1	-4.377	52.473	-17.974	4.960	0.046	-0.947	0.669	-0.303	0.101	-0.043	0.025	-0.034	0.026	-0.006
2	-8.755	76.357	-20.540	5.022	0.801	-1.246	0.607	-0.206	0.050	-0.039	0.026	-0.012	0.001	-0.002
3	-13.132	91.861	-19.926	4.461	1.525	-1.275	0.399	-0.076	-0.001	-0.042	0.000	0.001	-0.012	0.008
4	-17.509	104.391	-19.087	4.044	2.056	-1.139	0.196	-0.007	0.000	-0.059	-0.020	0.018	-0.030	0.020
5	-21.886	114.854	-18.203	3.682	2.374	-0.947	0.052	0.027	0.043	-0.063	-0.031	0.021	-0.045	0.018
6	-26.264	123.759	-17.377	3.405	2.519	-0.754	-0.049	0.039	0.101	-0.060	-0.036	0.019	-0.044	0.009
7	-30.641	131.410	-16.581	3.221	2.524	-0.579	-0.109	0.020	0.138	-0.044	-0.028	0.014	-0.041	0.008
8	-35.018	138.024	-15.818	3.137	2.414	-0.419	-0.147	-0.025	0.146	-0.035	-0.007	0.020	-0.036	0.017
9	-39.395	143.795	-15.084	3.131	2.196	-0.273	-0.156	-0.075	0.132	-0.044	0.024	0.017	-0.032	0.028
10	-43.773	149.346	-14.381	3.181	1.944	-0.165	-0.171	-0.088	0.104	-0.082	0.053	0.011	-0.032	0.036
11	-48.150	153.726	-13.707	3.321	1.622	-0.065	-0.166	-0.106	0.077	-0.128	0.074	0.000	-0.022	0.031
12	-52.527	157.433	-13.094	3.525	1.308	0.027	-0.154	-0.111	0.052	-0.178	0.087	-0.009	-0.013	0.021
13	-56.904	160.601	-12.512	3.787	1.014	0.101	-0.150	-0.109	0.033	-0.229	0.086	-0.020	-0.006	0.007
14	-61.282	163.286	-11.989	4.087	0.757	0.157	-0.157	-0.106	0.024	-0.274	0.075	-0.033	-0.002	-0.006
15	-65.659	165.510	-11.534	4.391	0.542	0.187	-0.181	-0.104	0.028	-0.305	0.057	-0.043	-0.005	-0.017
16	-70.036	167.280	-11.172	4.680	0.365	0.193	-0.213	-0.103	0.046	-0.314	0.043	-0.046	-0.010	-0.030
17	-74.414	168.631	-10.911	4.940	0.221	0.172	-0.255	-0.106	0.074	-0.306	0.039	-0.035	-0.010	-0.041
18	-78.791	169.589	-10.732	5.183	0.106	0.124	-0.299	-0.106	0.092	-0.289	0.044	-0.011	-0.003	-0.048
19	-83.168	170.222	-10.593	5.446	0.036	0.063	-0.335	-0.110	0.071	-0.270	0.042	0.003	0.002	-0.050
20	-87.545	170.632	-10.425	5.754	0.031	0.020	-0.349	-0.108	0.020	-0.250	0.013	-0.002	-0.004	-0.058
21	-91.923	170.880	-10.195	6.098	0.063	-0.017	-0.344	-0.106	-0.049	-0.228	-0.032	-0.020	-0.007	-0.076
22	-96.300	170.997	-9.905	6.426	0.072	-0.087	-0.346	-0.119	-0.124	-0.202	-0.052	-0.026	0.009	-0.083
23	-100.677	170.983	-9.580	6.653	-0.014	-0.230	-0.416	-0.186	-0.181	-0.157	-0.043	0.003	0.076	-0.076
24	-105.082	170.608	-9.470	6.715	-0.249	-0.454	-0.500	-0.233	-0.215	-0.109	0.010	0.058	0.137	-0.079
25	-109.487	169.909	-9.488	6.634	-0.579	-0.700	-0.548	-0.245	-0.234	-0.061	0.109	0.123	0.205	-0.065
26	-113.891	168.909	-9.690	6.347	-1.000	-0.962	-0.619	-0.259	-0.247	-0.042	0.230	0.224	0.311	-0.013
27	-118.296	167.559	-10.132	5.841	-1.555	-1.239	-0.676	-0.290	-0.322	-0.055	0.341	0.321	0.439	0.101
28	-122.701	165.883	-10.753	5.187	-2.144	-1.442	-0.691	-0.285	-0.441	-0.115	0.413	0.396	0.563	0.267
29	-127.106	164.076	-11.391	4.536	-2.660	-1.463	-0.608	-0.222	-0.537	-0.154	0.407	0.423	0.693	0.451
30	-131.510	162.389	-11.942	3.908	-3.014	-1.240	-0.400	0.055	-0.357	-0.047	0.405	0.458	0.773	0.539
31	-135.804	160.948	-12.159	3.512	-3.353	-0.893	-0.025	0.528	0.170	0.402	0.550	0.520	0.778	0.447
32	-140.098	160.009	-11.939	3.444	-3.518	-0.559	0.263	0.935	0.626	0.786	0.660	0.524	0.722	0.339
33	-144.392	159.390	-11.452	3.596	-3.544	-0.205	0.454	1.253	1.038	1.066	0.713	0.544	0.662	0.259
34	-148.686	158.864	-10.915	3.886	-3.507	0.129	0.567	1.455	1.344	1.245	0.727	0.580	0.617	0.210
35	-152.980	158.270	-10.498	4.240	-3.414	0.440	0.644	1.574	1.544	1.367	0.738	0.632	0.627	0.224
36	-157.274	157.532	-10.229	4.669	-3.246	0.763	0.743	1.699	1.696	1.477	0.832	0.752	0.690	0.304
37	-161.568	156.699	-10.134	5.161	-2.942	1.152	0.907	1.880	1.854	1.605	1.019	0.932	0.780	0.396
38	-165.862	155.820	-10.154	5.766	-2.463	1.656	1.179	2.116	2.007	1.732	1.212	1.061	0.815	0.411
39	-170.156	154.809	-10.276	6.492	-1.889	2.241	1.514	2.288	2.041	1.751	1.261	1.000	0.694	0.261
40	-175.182	152.364	-11.599	6.590	-2.053	2.200	1.300	1.853	1.559	1.397	1.058	0.804	0.593	0.242
41	-180.208	149.118	-13.692	6.152	-2.906	1.402	0.387	0.756	0.501	0.535	0.439	0.293	0.295	0.083
42	-185.399	147.393	-14.215	7.455	-2.410	1.713	0.476	0.498	0.208	0.287	0.269	0.088	0.198	0.010
43	-190.590	145.602	-14.646	9.093	-1.910	1.987	0.637	0.322	0.088	0.184	0.201	-0.032	0.161	-0.017
44	-195.781	143.324	-15.435	10.682	-1.588	2.070	0.844	0.274	0.171	0.273	0.285	-0.041	0.203	0.020
45	-199.037	140.828	-16.927	11.014	-2.074	1.568	0.667	0.022	0.117	0.293	0.332	-0.035	0.236	0.057
46	-202.293	138.190	-18.551	11.315	-2.598	1.010	0.487	-0.221	0.060	0.306	0.380	-0.044	0.260	0.071
47	-206.198	136.276	-19.191	13.066	-2.144	1.214	1.038	-0.057	0.210	0.399	0.406	-0.130	0.210	0.028
48	-210.104	134.043	-20.140	14.681	-1.903	1.263	1.590	0.076	0.334	0.494	0.474	-0.144	0.247	0.076
49	-215.053	129.821	-22.718	15.628	-2.817	0.234	1.589	-0.390	-0.011	0.247	0.293	-0.350	0.155	0.065
50	-220.001	125.945	-24.868	17.159	-3.417	-0.659	1.907	-0.535	-0.147	0.209	0.299	-0.424	0.136	0.088
51	-224.663	122.659	-26.519	19.273	-3.613	-1.373	2.297	-0.547	-0.188	0.262	0.402	-0.439	0.139	0.125
52	-229.324	119.218	-28.304	21.704	-3.477	-2.077	2.581	-0.580	-0.271	0.208	0.487	-0.428	0.149	0.184
53	-233.704	114.933	-30.738	23.950	-3.257	-2.742	2.838	-0.767	-0.333	0.088	0.481	-0.420	0.128	0.189
54	-238.084	109.503	-34.051	26.268	-2.631	-3.158	3.053	-1.144	-0.328	-0.022	0.314	-0.430	0.196	0.204
55	-242.465	101.651	-39.520	27.861	-1.652	-2.714	3.824	-1.458	-0.065	0.047	0.014	-0.595	0.221	0.236
56	-247.002	89.459	-50.830	24.020	-2.094	-4.506	4.026	-1.560	0.234	-0.152	0.203	-0.074	-0.212	0.304

## A.4.6 超圆高标准头型

超圆高标准头型的描述参数见表 A.7。

表 A.7 超圆高标准头型的描述参数( $X_0=25.560$ )

单位为毫米

id	Z	$a_0$	$a_1$	$a_2$	$a_3$	$a_4$	$a_5$	$a_6$	$a_7$	$a_8$	$a_9$	$a_{10}$	$a_{11}$	$a_{12}$
1	-4.377	46.545	-18.471	5.725	-0.599	-0.719	0.636	-0.328	0.101	-0.031	0.030	-0.032	0.042	-0.034
2	-8.755	73.427	-23.374	6.659	-0.241	-1.163	0.807	-0.390	0.106	-0.031	0.054	-0.069	0.075	-0.056
3	-13.132	90.908	-22.771	5.915	0.483	-1.446	0.802	-0.353	0.046	-0.036	0.060	-0.089	0.057	-0.041
4	-17.509	103.961	-22.106	5.368	1.107	-1.526	0.735	-0.234	-0.004	-0.059	0.068	-0.090	0.019	-0.010
5	-21.886	114.677	-21.384	4.763	1.591	-1.528	0.608	-0.093	-0.013	-0.070	0.061	-0.054	-0.012	0.009
6	-26.264	123.734	-20.642	4.194	1.950	-1.496	0.447	-0.002	0.024	-0.095	0.061	-0.015	-0.031	0.015
7	-30.641	131.527	-19.902	3.687	2.191	-1.443	0.274	0.048	0.062	-0.107	0.063	0.007	-0.025	0.019
8	-35.018	138.334	-19.207	3.236	2.336	-1.338	0.118	0.053	0.088	-0.104	0.060	0.011	-0.009	0.024
9	-39.395	144.195	-18.492	2.886	2.376	-1.202	0.006	-0.001	0.102	-0.103	0.050	0.016	0.006	0.029
10	-43.773	149.321	-17.741	2.633	2.330	-1.044	-0.053	-0.083	0.101	-0.104	0.047	0.013	0.014	0.024
11	-48.150	153.856	-17.039	2.467	2.222	-0.879	-0.081	-0.173	0.080	-0.116	0.044	0.010	0.017	0.005
12	-52.527	157.791	-16.381	2.386	2.063	-0.729	-0.086	-0.252	0.048	-0.139	0.038	0.007	0.018	-0.013
13	-56.904	161.148	-15.778	2.368	1.864	-0.588	-0.066	-0.300	0.011	-0.169	0.024	0.010	0.013	-0.025
14	-61.282	164.034	-15.231	2.405	1.660	-0.473	-0.026	-0.315	-0.005	-0.199	0.007	0.006	0.009	-0.038
15	-65.659	166.464	-14.747	2.456	1.435	-0.396	0.003	-0.304	0.001	-0.219	-0.008	0.001	0.006	-0.051
16	-70.036	168.485	-14.342	2.532	1.200	-0.354	0.000	-0.283	0.031	-0.225	-0.016	0.000	0.004	-0.063
17	-74.414	170.132	-13.987	2.625	0.995	-0.327	-0.030	-0.265	0.061	-0.219	-0.017	0.001	0.006	-0.075
18	-78.791	171.489	-13.641	2.769	0.839	-0.305	-0.082	-0.258	0.078	-0.225	-0.024	0.004	0.007	-0.085
19	-83.168	172.642	-13.295	2.993	0.762	-0.257	-0.149	-0.266	0.067	-0.254	-0.053	-0.010	-0.008	-0.099
20	-87.545	173.627	-12.882	3.284	0.748	-0.201	-0.215	-0.290	0.040	-0.286	-0.087	-0.027	-0.020	-0.111
21	-91.923	174.409	-12.479	3.607	0.732	-0.192	-0.295	-0.325	-0.001	-0.313	-0.098	-0.027	-0.021	-0.110
22	-96.300	174.989	-12.116	3.887	0.663	-0.255	-0.403	-0.378	-0.036	-0.317	-0.082	0.009	0.010	-0.100
23	-100.677	175.315	-11.801	4.085	0.469	-0.430	-0.504	-0.436	-0.070	-0.263	-0.006	0.069	0.061	-0.066
24	-105.082	175.192	-11.786	4.134	0.155	-0.655	-0.578	-0.460	-0.070	-0.186	0.067	0.134	0.118	-0.038
25	-109.487	174.839	-11.829	4.107	-0.209	-0.899	-0.635	-0.481	-0.075	-0.115	0.150	0.205	0.178	-0.003
26	-113.891	174.196	-11.975	3.961	-0.661	-1.153	-0.672	-0.523	-0.126	-0.045	0.225	0.279	0.270	0.063
27	-118.296	173.260	-12.261	3.702	-1.144	-1.372	-0.719	-0.548	-0.198	-0.020	0.282	0.374	0.372	0.149
28	-122.701	172.081	-12.643	3.352	-1.628	-1.512	-0.744	-0.568	-0.288	-0.064	0.306	0.464	0.491	0.262
29	-127.106	170.794	-13.035	3.032	-2.035	-1.522	-0.660	-0.547	-0.379	-0.153	0.298	0.512	0.609	0.418
30	-131.510	169.483	-13.384	2.770	-2.339	-1.402	-0.427	-0.380	-0.335	-0.179	0.308	0.560	0.710	0.552
31	-135.804	168.101	-13.483	2.585	-2.649	-1.193	0.068	0.087	0.035	0.136	0.500	0.623	0.747	0.562
32	-140.098	167.190	-13.147	2.603	-2.771	-0.939	0.436	0.540	0.459	0.417	0.668	0.656	0.706	0.492
33	-144.392	166.567	-12.426	2.834	-2.803	-0.707	0.716	0.931	0.900	0.749	0.819	0.652	0.676	0.418
34	-148.686	166.215	-11.482	3.128	-2.732	-0.453	0.823	1.203	1.315	0.995	0.907	0.680	0.657	0.334
35	-152.980	165.833	-10.486	3.482	-2.639	-0.245	0.855	1.386	1.543	1.171	1.029	0.705	0.646	0.359
36	-157.274	165.295	-9.554	3.845	-2.537	0.042	0.886	1.495	1.750	1.357	1.129	0.787	0.739	0.439
37	-161.568	164.498	-8.746	4.298	-2.414	0.403	1.014	1.618	1.918	1.570	1.275	0.909	0.871	0.548
38	-165.862	163.637	-8.032	4.773	-2.119	0.892	1.151	1.785	2.119	1.740	1.409	1.053	0.955	0.590
39	-170.156	162.644	-7.566	5.266	-1.703	1.438	1.300	1.953	2.263	1.760	1.412	1.084	0.877	0.452
40	-175.182	160.064	-8.095	5.211	-1.989	1.374	1.076	1.649	1.836	1.420	1.223	0.936	0.746	0.408
41	-180.208	156.635	-9.580	4.492	-2.874	0.702	0.223	0.724	0.806	0.543	0.573	0.399	0.337	0.147
42	-185.399	154.776	-9.709	5.313	-2.337	1.180	0.369	0.650	0.547	0.258	0.350	0.203	0.166	0.021
43	-190.590	152.995	-9.750	6.422	-1.727	1.627	0.614	0.660	0.343	0.087	0.247	0.082	0.077	-0.025
44	-195.781	150.866	-10.074	7.574	-1.234	1.905	0.819	0.688	0.261	0.089	0.297	0.072	0.091	0.024
45	-199.037	148.438	-11.172	7.719	-1.517	1.562	0.606	0.470	0.142	0.087	0.334	0.111	0.128	0.080
46	-202.293	145.787	-12.434	7.916	-1.830	1.143	0.376	0.252	0.011	0.084	0.360	0.109	0.192	0.115
47	-206.198	143.902	-12.959	9.100	-1.359	1.365	0.669	0.419	0.161	0.243	0.467	0.120	0.219	0.126
48	-210.104	141.883	-13.551	10.357	-0.863	1.518	0.959	0.575	0.286	0.325	0.526	0.082	0.211	0.115
49	-215.053	137.817	-15.531	11.250	-1.272	0.728	0.691	0.194	-0.048	0.018	0.314	-0.145	0.044	0.032
50	-220.001	134.154	-17.315	12.733	-1.384	0.167	0.750	0.107	-0.125	-0.069	0.308	-0.235	0.012	0.039
51	-224.663	131.007	-18.680	14.634	-1.084	-0.275	0.917	0.160	-0.087	-0.041	0.369	-0.222	0.050	0.077
52	-229.324	127.708	-20.188	16.900	-0.501	-0.705	1.068	0.137	-0.051	-0.017	0.433	-0.245	0.068	0.124
53	-233.704	124.057	-22.222	18.922	0.261	-1.040	1.140	-0.059	-0.147	-0.084	0.438	-0.267	0.042	0.151
54	-238.084	119.305	-25.227	20.676	1.272	-1.140	1.399	-0.298	-0.278	-0.245	0.351	-0.300	-0.010	0.168
55	-242.465	113.090	-29.878	21.577	2.096	-0.900	2.145	-0.270	-0.188	-0.332	0.216	-0.352	-0.105	0.160
56	-247.002	100.154	-40.882	18.111	0.262	-2.698	2.147	-0.380	0.056	-0.261	0.313	-0.039	-0.156	0.259



## A.4.5 圆特高标准头型

圆特高标准头型的描述参数见表 A.6。

表 A.6 圆特高标准头型的描述参数( $X_0=22.784$ )

单位为毫米

id	Z	$a_0$	$a_1$	$a_2$	$a_3$	$a_4$	$a_5$	$a_6$	$a_7$	$a_8$	$a_9$	$a_{10}$	$a_{11}$	$a_{12}$
1	-4.377	52.473	-17.974	4.960	0.046	-0.947	0.669	-0.303	0.101	-0.043	0.025	-0.034	0.026	-0.006
2	-8.755	76.357	-20.540	5.022	0.801	-1.246	0.607	-0.206	0.050	-0.039	0.026	-0.012	0.001	-0.002
3	-13.132	91.861	-19.926	4.461	1.525	-1.275	0.399	-0.076	-0.001	-0.042	0.000	0.001	-0.012	0.008
4	-17.509	104.391	-19.087	4.044	2.056	-1.139	0.196	-0.007	0.000	-0.059	-0.020	0.018	-0.030	0.020
5	-21.886	114.854	-18.203	3.682	2.374	-0.947	0.052	0.027	0.043	-0.063	-0.031	0.021	-0.045	0.018
6	-26.264	123.759	-17.377	3.405	2.519	-0.754	-0.049	0.039	0.101	-0.060	-0.036	0.019	-0.044	0.009
7	-30.641	131.410	-16.581	3.221	2.524	-0.579	-0.109	0.020	0.138	-0.044	-0.028	0.014	-0.041	0.008
8	-35.018	138.024	-15.818	3.137	2.414	-0.419	-0.147	-0.025	0.146	-0.035	-0.007	0.020	-0.036	0.017
9	-39.395	143.795	-15.084	3.131	2.196	-0.273	-0.156	-0.075	0.132	-0.044	0.024	0.017	-0.032	0.028
10	-43.773	149.346	-14.381	3.181	1.944	-0.165	-0.171	-0.088	0.104	-0.082	0.053	0.011	-0.032	0.036
11	-48.150	153.726	-13.707	3.321	1.622	-0.065	-0.166	-0.106	0.077	-0.128	0.074	0.000	-0.022	0.031
12	-52.527	157.433	-13.094	3.525	1.308	0.027	-0.154	-0.111	0.052	-0.178	0.087	-0.009	-0.013	0.021
13	-56.904	160.601	-12.512	3.787	1.014	0.101	-0.150	-0.109	0.033	-0.229	0.086	-0.020	-0.006	0.007
14	-61.282	163.286	-11.989	4.087	0.757	0.157	-0.157	-0.106	0.024	-0.274	0.075	-0.033	-0.002	-0.006
15	-65.659	165.510	-11.534	4.391	0.542	0.187	-0.181	-0.104	0.028	-0.305	0.057	-0.043	-0.005	-0.017
16	-70.036	167.280	-11.172	4.680	0.365	0.193	-0.213	-0.103	0.046	-0.314	0.043	-0.046	-0.010	-0.030
17	-74.414	168.631	-10.911	4.940	0.221	0.172	-0.255	-0.106	0.074	-0.306	0.039	-0.035	-0.010	-0.041
18	-78.791	169.589	-10.732	5.183	0.106	0.124	-0.299	-0.106	0.092	-0.289	0.044	-0.011	-0.003	-0.048
19	-83.168	170.222	-10.593	5.446	0.036	0.063	-0.335	-0.110	0.071	-0.270	0.042	0.003	0.002	-0.050
20	-87.545	170.632	-10.425	5.754	0.031	0.020	-0.349	-0.108	0.020	-0.250	0.013	-0.002	-0.004	-0.058
21	-91.923	170.880	-10.195	6.098	0.063	-0.017	-0.344	-0.106	-0.049	-0.228	-0.032	-0.020	-0.007	-0.076
22	-96.300	170.997	-9.905	6.426	0.072	-0.087	-0.346	-0.119	-0.124	-0.202	-0.052	-0.026	0.009	-0.083
23	-100.677	170.983	-9.580	6.653	-0.014	-0.230	-0.416	-0.186	-0.181	-0.157	-0.043	0.003	0.076	-0.076
24	-105.082	170.608	-9.470	6.715	-0.249	-0.454	-0.500	-0.233	-0.215	-0.109	0.010	0.058	0.137	-0.079
25	-109.487	169.909	-9.488	6.634	-0.579	-0.700	-0.548	-0.245	-0.234	-0.061	0.109	0.123	0.205	-0.065
26	-113.891	168.909	-9.690	6.347	-1.000	-0.962	-0.619	-0.259	-0.247	-0.042	0.230	0.224	0.311	-0.013
27	-118.296	167.559	-10.132	5.841	-1.555	-1.239	-0.676	-0.290	-0.322	-0.055	0.341	0.321	0.439	0.101
28	-122.701	165.883	-10.753	5.187	-2.144	-1.442	-0.691	-0.285	-0.441	-0.115	0.413	0.396	0.563	0.267
29	-127.106	164.076	-11.391	4.536	-2.660	-1.463	-0.608	-0.222	-0.537	-0.154	0.407	0.423	0.693	0.451
30	-131.510	162.389	-11.942	3.908	-3.014	-1.240	-0.400	0.055	-0.357	-0.047	0.405	0.458	0.773	0.539
31	-135.804	160.948	-12.159	3.512	-3.353	-0.893	-0.025	0.528	0.170	0.402	0.550	0.520	0.778	0.447
32	-140.098	160.009	-11.939	3.444	-3.518	-0.559	0.263	0.935	0.626	0.786	0.660	0.524	0.722	0.339
33	-144.392	159.390	-11.452	3.596	-3.544	-0.205	0.454	1.253	1.038	1.066	0.713	0.544	0.662	0.259
34	-148.686	158.864	-10.915	3.886	-3.507	0.129	0.567	1.455	1.344	1.245	0.727	0.580	0.617	0.210
35	-152.980	158.270	-10.498	4.240	-3.414	0.440	0.644	1.574	1.544	1.367	0.738	0.632	0.627	0.224
36	-157.274	157.532	-10.229	4.669	-3.246	0.763	0.743	1.699	1.696	1.477	0.832	0.752	0.690	0.304
37	-161.568	156.699	-10.134	5.161	-2.942	1.152	0.907	1.880	1.854	1.605	1.019	0.932	0.780	0.396
38	-165.862	155.820	-10.154	5.766	-2.463	1.656	1.179	2.116	2.007	1.732	1.212	1.061	0.815	0.411
39	-170.156	154.809	-10.276	6.492	-1.889	2.241	1.514	2.288	2.041	1.751	1.261	1.000	0.694	0.261
40	-175.182	152.364	-11.599	6.590	-2.053	2.200	1.300	1.853	1.559	1.397	1.058	0.804	0.593	0.242
41	-180.208	149.118	-13.692	6.152	-2.906	1.402	0.387	0.756	0.501	0.535	0.439	0.293	0.295	0.083
42	-185.399	147.393	-14.215	7.455	-2.410	1.713	0.476	0.498	0.208	0.287	0.269	0.088	0.198	0.010
43	-190.590	145.602	-14.646	9.093	-1.910	1.987	0.637	0.322	0.088	0.184	0.201	-0.032	0.161	-0.017
44	-195.781	143.324	-15.435	10.682	-1.588	2.070	0.844	0.274	0.171	0.273	0.285	-0.041	0.203	0.020
45	-199.037	140.828	-16.927	11.014	-2.074	1.568	0.667	0.022	0.117	0.293	0.332	-0.035	0.236	0.057
46	-202.293	138.190	-18.551	11.315	-2.598	1.010	0.487	-0.221	0.060	0.306	0.380	-0.044	0.260	0.071
47	-206.198	136.276	-19.191	13.066	-2.144	1.214	1.038	-0.057	0.210	0.399	0.406	-0.130	0.210	0.028
48	-210.104	134.043	-20.140	14.681	-1.903	1.263	1.590	0.076	0.334	0.494	0.474	-0.144	0.247	0.076
49	-215.053	129.821	-22.718	15.628	-2.817	0.234	1.589	-0.390	-0.011	0.247	0.293	-0.350	0.155	0.065
50	-220.001	125.945	-24.868	17.159	-3.417	-0.659	1.907	-0.535	-0.147	0.209	0.299	-0.424	0.136	0.088
51	-224.663	122.659	-26.519	19.273	-3.613	-1.373	2.297	-0.547	-0.188	0.262	0.402	-0.439	0.139	0.125
52	-229.324	119.218	-28.304	21.704	-3.477	-2.077	2.581	-0.580	-0.271	0.208	0.487	-0.428	0.149	0.184
53	-233.704	114.933	-30.738	23.950	-3.257	-2.742	2.838	-0.767	-0.333	0.088	0.481	-0.420	0.128	0.189
54	-238.084	109.503	-34.051	26.268	-2.631	-3.158	3.053	-1.144	-0.328	-0.022	0.314	-0.430	0.196	0.204
55	-242.465	101.651	-39.520	27.861	-1.652	-2.714	3.824	-1.458	-0.065	0.047	0.014	-0.595	0.221	0.236
56	-247.002	89.459	-50.830	24.020	-2.094	-4.506	4.026	-1.560	0.234	-0.152	0.203	-0.074	-0.212	0.304

## A.4.6 超圆高标准头型

超圆高标准头型的描述参数见表 A.7。

表 A.7 超圆高标准头型的描述参数( $X_0=25.560$ )

单位为毫米

id	Z	$a_0$	$a_1$	$a_2$	$a_3$	$a_4$	$a_5$	$a_6$	$a_7$	$a_8$	$a_9$	$a_{10}$	$a_{11}$	$a_{12}$
1	-4.377	46.545	-18.471	5.725	-0.599	-0.719	0.636	-0.328	0.101	-0.031	0.030	-0.032	0.042	-0.034
2	-8.755	73.427	-23.374	6.659	-0.241	-1.163	0.807	-0.390	0.106	-0.031	0.054	-0.069	0.075	-0.056
3	-13.132	90.908	-22.771	5.915	0.483	-1.446	0.802	-0.353	0.046	-0.036	0.060	-0.089	0.057	-0.041
4	-17.509	103.961	-22.106	5.368	1.107	-1.526	0.735	-0.234	-0.004	-0.059	0.068	-0.090	0.019	-0.010
5	-21.886	114.677	-21.384	4.763	1.591	-1.528	0.608	-0.093	-0.013	-0.070	0.061	-0.054	-0.012	0.009
6	-26.264	123.734	-20.642	4.194	1.950	-1.496	0.447	-0.002	0.024	-0.095	0.061	-0.015	-0.031	0.015
7	-30.641	131.527	-19.902	3.687	2.191	-1.443	0.274	0.048	0.062	-0.107	0.063	0.007	-0.025	0.019
8	-35.018	138.334	-19.207	3.236	2.336	-1.338	0.118	0.053	0.088	-0.104	0.060	0.011	-0.009	0.024
9	-39.395	144.195	-18.492	2.886	2.376	-1.202	0.006	-0.001	0.102	-0.103	0.050	0.016	0.006	0.029
10	-43.773	149.321	-17.741	2.633	2.330	-1.044	-0.053	-0.083	0.101	-0.104	0.047	0.013	0.014	0.024
11	-48.150	153.856	-17.039	2.467	2.222	-0.879	-0.081	-0.173	0.080	-0.116	0.044	0.010	0.017	0.005
12	-52.527	157.791	-16.381	2.386	2.063	-0.729	-0.086	-0.252	0.048	-0.139	0.038	0.007	0.018	-0.013
13	-56.904	161.148	-15.778	2.368	1.864	-0.588	-0.066	-0.300	0.011	-0.169	0.024	0.010	0.013	-0.025
14	-61.282	164.034	-15.231	2.405	1.660	-0.473	-0.026	-0.315	-0.005	-0.199	0.007	0.006	0.009	-0.038
15	-65.659	166.464	-14.747	2.456	1.435	-0.396	0.003	-0.304	0.001	-0.219	-0.008	0.001	0.006	-0.051
16	-70.036	168.485	-14.342	2.532	1.200	-0.354	0.000	-0.283	0.031	-0.225	-0.016	0.000	0.004	-0.063
17	-74.414	170.132	-13.987	2.625	0.995	-0.327	-0.030	-0.265	0.061	-0.219	-0.017	0.001	0.006	-0.075
18	-78.791	171.489	-13.641	2.769	0.839	-0.305	-0.082	-0.258	0.078	-0.225	-0.024	0.004	0.007	-0.085
19	-83.168	172.642	-13.295	2.993	0.762	-0.257	-0.149	-0.266	0.067	-0.254	-0.053	-0.010	-0.008	-0.099
20	-87.545	173.627	-12.882	3.284	0.748	-0.201	-0.215	-0.290	0.040	-0.286	-0.087	-0.027	-0.020	-0.111
21	-91.923	174.409	-12.479	3.607	0.732	-0.192	-0.295	-0.325	-0.001	-0.313	-0.098	-0.027	-0.021	-0.110
22	-96.300	174.989	-12.116	3.887	0.663	-0.255	-0.403	-0.378	-0.036	-0.317	-0.082	0.009	0.010	-0.100
23	-100.677	175.315	-11.801	4.085	0.469	-0.430	-0.504	-0.436	-0.070	-0.263	-0.006	0.069	0.061	-0.066
24	-105.082	175.192	-11.786	4.134	0.155	-0.655	-0.578	-0.460	-0.070	-0.186	0.067	0.134	0.118	-0.038
25	-109.487	174.839	-11.829	4.107	-0.209	-0.899	-0.635	-0.481	-0.075	-0.115	0.150	0.205	0.178	-0.003
26	-113.891	174.196	-11.975	3.961	-0.661	-1.153	-0.672	-0.523	-0.126	-0.045	0.225	0.279	0.270	0.063
27	-118.296	173.260	-12.261	3.702	-1.144	-1.372	-0.719	-0.548	-0.198	-0.020	0.282	0.374	0.372	0.149
28	-122.701	172.081	-12.643	3.352	-1.628	-1.512	-0.744	-0.568	-0.288	-0.064	0.306	0.464	0.491	0.262
29	-127.106	170.794	-13.035	3.032	-2.035	-1.522	-0.660	-0.547	-0.379	-0.153	0.298	0.512	0.609	0.418
30	-131.510	169.483	-13.384	2.770	-2.339	-1.402	-0.427	-0.380	-0.335	-0.179	0.308	0.560	0.710	0.552
31	-135.804	168.101	-13.483	2.585	-2.649	-1.193	0.068	0.087	0.035	0.136	0.500	0.623	0.747	0.562
32	-140.098	167.190	-13.147	2.603	-2.771	-0.939	0.436	0.540	0.459	0.417	0.668	0.656	0.706	0.492
33	-144.392	166.567	-12.426	2.834	-2.803	-0.707	0.716	0.931	0.900	0.749	0.819	0.652	0.676	0.418
34	-148.686	166.215	-11.482	3.128	-2.732	-0.453	0.823	1.203	1.315	0.995	0.907	0.680	0.657	0.334
35	-152.980	165.833	-10.486	3.482	-2.639	-0.245	0.855	1.386	1.543	1.171	1.029	0.705	0.646	0.359
36	-157.274	165.295	-9.554	3.845	-2.537	0.042	0.886	1.495	1.750	1.357	1.129	0.787	0.739	0.439
37	-161.568	164.498	-8.746	4.298	-2.414	0.403	1.014	1.618	1.918	1.570	1.275	0.909	0.871	0.548
38	-165.862	163.637	-8.032	4.773	-2.119	0.892	1.151	1.785	2.119	1.740	1.409	1.053	0.955	0.590
39	-170.156	162.644	-7.566	5.266	-1.703	1.438	1.300	1.953	2.263	1.760	1.412	1.084	0.877	0.452
40	-175.182	160.064	-8.095	5.211	-1.989	1.374	1.076	1.649	1.836	1.420	1.223	0.936	0.746	0.408
41	-180.208	156.635	-9.580	4.492	-2.874	0.702	0.223	0.724	0.806	0.543	0.573	0.399	0.337	0.147
42	-185.399	154.776	-9.709	5.313	-2.337	1.180	0.369	0.650	0.547	0.258	0.350	0.203	0.166	0.021
43	-190.590	152.995	-9.750	6.422	-1.727	1.627	0.614	0.660	0.343	0.087	0.247	0.082	0.077	-0.025
44	-195.781	150.866	-10.074	7.574	-1.234	1.905	0.819	0.688	0.261	0.089	0.297	0.072	0.091	0.024
45	-199.037	148.438	-11.172	7.719	-1.517	1.562	0.606	0.470	0.142	0.087	0.334	0.111	0.128	0.080
46	-202.293	145.787	-12.434	7.916	-1.830	1.143	0.376	0.252	0.011	0.084	0.360	0.109	0.192	0.115
47	-206.198	143.902	-12.959	9.100	-1.359	1.365	0.669	0.419	0.161	0.243	0.467	0.120	0.219	0.126
48	-210.104	141.883	-13.551	10.357	-0.863	1.518	0.959	0.575	0.286	0.325	0.526	0.082	0.211	0.115
49	-215.053	137.817	-15.531	11.250	-1.272	0.728	0.691	0.194	-0.048	0.018	0.314	-0.145	0.044	0.032
50	-220.001	134.154	-17.315	12.733	-1.384	0.167	0.750	0.107	-0.125	-0.069	0.308	-0.235	0.012	0.039
51	-224.663	131.007	-18.680	14.634	-1.084	-0.275	0.917	0.160	-0.087	-0.041	0.369	-0.222	0.050	0.077
52	-229.324	127.708	-20.188	16.900	-0.501	-0.705	1.068	0.137	-0.051	-0.017	0.433	-0.245	0.068	0.124
53	-233.704	124.057	-22.222	18.922	0.261	-1.040	1.140	-0.059	-0.147	-0.084	0.438	-0.267	0.042	0.151
54	-238.084	119.305	-25.227	20.676	1.272	-1.140	1.399	-0.298	-0.278	-0.245	0.351	-0.300	-0.010	0.168
55	-242.465	113.090	-29.878	21.577	2.096	-0.900	2.145	-0.270	-0.188	-0.332	0.216	-0.352	-0.105	0.160
56	-247.002	100.154	-40.882	18.111	0.262	-2.698	2.147	-0.380	0.056	-0.261	0.313	-0.039	-0.156	0.259



## A.4.7 超圆特高标准头型

超圆特高标准头型的描述参数见表 A.8。

表 A.8 超圆特高标准头型的描述参数( $X_0=22.607$ )

单位为毫米

id	Z	$a_0$	$a_1$	$a_2$	$a_3$	$a_4$	$a_5$	$a_6$	$a_7$	$a_8$	$a_9$	$a_{10}$	$a_{11}$	$a_{12}$
1	-4.123	51.372	-17.360	4.098	0.581	-1.080	0.671	-0.256	0.066	-0.025	0.015	0.009	-0.004	-0.020
2	-8.246	76.710	-20.699	4.121	1.161	-1.358	0.684	-0.247	0.044	-0.030	0.014	-0.019	0.019	-0.016
3	-12.370	92.147	-19.852	3.238	1.756	-1.366	0.485	-0.122	-0.015	-0.054	0.033	-0.026	0.009	0.001
4	-16.493	104.520	-18.855	2.665	2.239	-1.267	0.309	-0.045	-0.027	-0.056	0.001	-0.016	-0.007	0.005
5	-20.616	114.803	-17.826	2.173	2.564	-1.113	0.180	-0.002	0.013	-0.069	-0.034	0.007	-0.024	0.001
6	-24.739	123.623	-16.838	1.784	2.768	-0.927	0.086	-0.006	0.081	-0.086	-0.035	0.009	-0.045	-0.001
7	-28.862	131.215	-15.861	1.475	2.839	-0.730	0.016	-0.050	0.131	-0.094	-0.023	0.012	-0.054	0.002
8	-32.986	137.760	-14.956	1.275	2.781	-0.565	-0.023	-0.115	0.146	-0.088	0.010	0.027	-0.048	0.006
9	-37.109	143.390	-14.099	1.174	2.626	-0.428	-0.034	-0.170	0.149	-0.094	0.042	0.042	-0.027	0.005
10	-41.232	148.243	-13.301	1.150	2.402	-0.323	-0.021	-0.207	0.128	-0.105	0.075	0.056	-0.010	0.004
11	-45.355	152.452	-12.570	1.192	2.136	-0.257	0.000	-0.231	0.086	-0.142	0.096	0.061	0.011	-0.001
12	-49.478	156.147	-11.893	1.298	1.846	-0.213	0.035	-0.234	0.041	-0.195	0.086	0.049	0.031	-0.010
13	-53.601	159.264	-11.261	1.463	1.580	-0.178	0.066	-0.224	0.013	-0.248	0.056	0.031	0.040	-0.016
14	-57.725	161.931	-10.697	1.655	1.353	-0.154	0.084	-0.212	0.001	-0.290	0.024	0.017	0.036	-0.021
15	-61.848	164.160	-10.229	1.849	1.150	-0.134	0.080	-0.205	0.007	-0.314	-0.002	0.001	0.030	-0.033
16	-65.971	165.970	-9.836	2.040	0.980	-0.123	0.060	-0.194	0.041	-0.308	-0.019	-0.003	0.020	-0.043
17	-70.094	167.382	-9.551	2.229	0.831	-0.129	0.027	-0.186	0.075	-0.289	-0.030	0.002	0.013	-0.054
18	-74.217	168.495	-9.326	2.435	0.710	-0.143	-0.017	-0.185	0.100	-0.259	-0.043	0.011	0.005	-0.070
19	-78.341	169.322	-9.134	2.679	0.636	-0.162	-0.065	-0.188	0.099	-0.236	-0.063	0.006	-0.004	-0.079
20	-82.464	169.928	-8.941	2.964	0.621	-0.172	-0.108	-0.205	0.076	-0.223	-0.081	0.002	-0.013	-0.100
21	-86.587	170.345	-8.743	3.269	0.611	-0.214	-0.149	-0.218	0.048	-0.205	-0.087	-0.011	-0.017	-0.111
22	-90.710	170.564	-8.567	3.573	0.577	-0.278	-0.185	-0.237	0.014	-0.176	-0.080	-0.010	0.011	-0.104
23	-94.833	170.583	-8.411	3.817	0.457	-0.368	-0.246	-0.276	-0.023	-0.136	-0.062	0.016	0.072	-0.093
24	-99.500	170.284	-8.475	4.026	0.234	-0.532	-0.348	-0.278	-0.054	-0.114	-0.006	0.090	0.111	-0.095
25	-104.167	169.731	-8.566	4.207	-0.063	-0.718	-0.408	-0.271	-0.107	-0.092	0.077	0.143	0.148	-0.072
26	-108.833	168.891	-8.710	4.229	-0.462	-0.923	-0.470	-0.287	-0.177	-0.084	0.169	0.216	0.221	-0.013
27	-113.500	167.597	-9.034	4.025	-1.007	-1.181	-0.523	-0.325	-0.284	-0.108	0.276	0.321	0.355	0.092
28	-118.167	165.894	-9.721	3.507	-1.601	-1.395	-0.590	-0.336	-0.428	-0.197	0.368	0.432	0.516	0.292
29	-122.833	163.920	-10.462	2.949	-2.200	-1.444	-0.514	-0.303	-0.539	-0.241	0.360	0.462	0.679	0.515
30	-127.500	162.118	-11.051	2.455	-2.611	-1.232	-0.295	-0.021	-0.328	-0.120	0.333	0.481	0.750	0.596
31	-131.704	160.677	-11.318	2.124	-2.901	-0.956	0.088	0.518	0.192	0.284	0.522	0.539	0.740	0.521
32	-135.907	159.773	-11.102	2.108	-3.041	-0.705	0.364	0.954	0.651	0.619	0.682	0.546	0.676	0.431
33	-140.111	159.183	-10.596	2.306	-3.086	-0.425	0.554	1.251	1.071	0.919	0.774	0.557	0.652	0.318
34	-144.315	158.713	-9.958	2.660	-3.073	-0.178	0.638	1.426	1.358	1.130	0.846	0.581	0.647	0.273
35	-148.519	158.141	-9.411	3.051	-3.036	0.071	0.682	1.511	1.542	1.281	0.893	0.626	0.669	0.287
36	-152.722	157.417	-9.012	3.437	-2.919	0.397	0.698	1.592	1.730	1.388	0.953	0.764	0.740	0.330
37	-156.926	156.546	-8.735	3.936	-2.701	0.738	0.805	1.735	1.859	1.541	1.122	0.907	0.834	0.439
38	-161.130	155.629	-8.600	4.508	-2.328	1.192	1.013	1.934	1.991	1.690	1.293	1.031	0.875	0.462
39	-165.333	154.648	-8.559	5.181	-1.839	1.758	1.295	2.109	2.075	1.735	1.313	1.022	0.751	0.297
40	-170.167	152.250	-9.804	5.127	-2.135	1.642	1.019	1.674	1.630	1.406	1.086	0.871	0.661	0.283
41	-175.000	149.239	-11.610	4.863	-2.860	1.049	0.291	0.749	0.673	0.624	0.457	0.345	0.318	0.069
42	-180.000	147.459	-12.078	6.111	-2.401	1.471	0.502	0.606	0.398	0.396	0.263	0.139	0.227	-0.006
43	-185.000	145.712	-12.464	7.636	-1.830	1.857	0.696	0.504	0.230	0.242	0.160	0.004	0.166	-0.053
44	-190.000	143.554	-13.171	9.217	-1.404	2.057	0.906	0.485	0.241	0.292	0.222	0.004	0.213	-0.005
45	-193.333	141.003	-14.576	9.600	-1.830	1.565	0.703	0.243	0.145	0.297	0.273	0.008	0.262	0.054
46	-196.667	138.274	-16.092	9.994	-2.290	1.003	0.507	-0.020	0.027	0.280	0.301	-0.027	0.271	0.065
47	-200.250	136.298	-16.735	11.552	-1.865	1.145	0.952	0.151	0.150	0.377	0.371	-0.073	0.231	0.047
48	-203.833	134.158	-17.480	13.174	-1.513	1.223	1.465	0.329	0.286	0.478	0.462	-0.079	0.228	0.074
49	-208.750	129.735	-19.878	14.164	-2.382	0.159	1.316	-0.138	-0.114	0.171	0.297	-0.307	0.111	0.052
50	-213.667	125.741	-21.965	15.760	-2.776	-0.587	1.574	-0.264	-0.180	0.107	0.379	-0.379	0.074	0.117
51	-217.500	122.900	-23.286	17.459	-2.880	-1.119	1.913	-0.297	-0.199	0.160	0.430	-0.353	0.087	0.152
52	-221.333	119.857	-24.647	19.435	-2.809	-1.697	2.235	-0.347	-0.243	0.186	0.436	-0.329	0.126	0.171
53	-225.889	115.560	-26.665	21.898	-2.563	-2.489	2.439	-0.483	-0.302	0.168	0.356	-0.344	0.138	0.189
54	-230.444	110.112	-29.750	24.250	-1.906	-3.052	2.504	-0.887	-0.365	0.221	0.214	-0.326	0.144	0.124
55	-235.000	103.296	-34.527	25.807	-0.895	-2.854	3.198	-1.249	-0.592	0.051	-0.174	-0.353	0.208	0.131
56	-238.824	90.230	-46.156	25.058	-1.947	-3.987	4.410	-1.567	-0.190	0.381	-0.143	-0.250	0.095	0.066

## 附录 B

## (资料性附录)

## 标准的应用范例及使用方法

## B.1 参考头型的号型设置

## B.1.1 号型设置方法概述

基于标准头型可建立分型分号的参考头型用于头部装置的数字化设计及应用。首先查阅表 10,以分五种型为例,圆高型、圆正型、中正型、中高型和圆特高型的覆盖率总和达到 93.577%,为主要考虑的头像组。再查阅表 12 获得这几组样本的缩放因子分布,各型头像的各号分段界限一般应较均匀划分整个分布段且使各号对该型头像样本的覆盖率较为合理。

## B.1.2 圆高头像的分号实例

例如分三个号时圆高头像缩放因子的分段界限可设为 0.982 8 和 1.020 7,对应百分位分别为 20 和 80,即小、中、大号的覆盖率分别为 20%、60%和 20%。而各号参考头像的缩放因子  $\lambda$  在各分段中的位置应是该段头像样本缩放因子的平均值,即取分段内正态分布曲线下的面心,可按式(B.1)计算:

$$\lambda = \frac{1}{\delta} \int_{\lambda_1}^{\lambda_2} \frac{t}{\sqrt{2\pi}\sigma} e^{-\frac{(t-\mu)^2}{2\sigma^2}} dt \quad \dots\dots\dots (B.1)$$

式中:

$\delta$ ——某号参考头像对该型头像样本的覆盖率;

$\lambda_2$ ——某号缩放因子分段界限的上限;

$\lambda_1$ ——某号缩放因子分段界限的下限;

$\sigma$ ——缩放因子的标准差;

$\mu$ ——缩放因子的平均值。

计算所得的参考头像的缩放因子分别乘以表 A.2 的所有参数  $X_0$ 、 $Z$  和  $a_n$  ( $n=0,1,\dots,12$ ),从而获得各号圆高参考头像的参数。由于其他参考头像的覆盖率较小,可只设置中号,则实际采用表 B.1 的配发比率和缩放因子。最后,对照表 8 校核参考头像尺寸,确认号型设置的合理性。另外,还可对表 B.1 给出的头长、头宽及头全高值在三维直角坐标系中描述出三维数据点阵,以验证号型设置的均衡性。

表 B.1 参考头像的号型设置

号 型	圆高型中号	圆正型中号	中正型中号	中高型中号	圆高型小号	圆高型大号	圆特高型中号
配发比率	29.644%	19.662%	12.627%	10.169%	9.881%	9.881%	8.136%
缩放因子	1.002 5	1.002 6	1.002 6	1.002 6	0.969 6	1.037 8	1.002 8
头长/mm	187.7	190.0	196.0	192.7	181.5	194.3	182.5
头宽/mm	158.5	158.0	151.8	150.3	153.3	164.1	157.4
头全高/mm	233.6	222.7	227.1	236.3	225.9	241.8	242.9
体积/cm <sup>3</sup>	4 246.6	4 121.7	4 141.0	4 198.2	4 107.2	4 396.1	4 272.3

## B.1.3 各种分号规格的覆盖率及百分位数

各种分号规格推荐的各号覆盖率及缩放因子的近似百分位数见表 B.2。由于各号缩放因子的百分位数对正态分布函数的参数变化极不敏感,表 B.2 推荐的百分位数适用于所有分型。

表 B.2 推荐的各号覆盖率及近似百分位数

分号		1号	2号	3号	4号	5号
两种号	覆盖率	50%	50%	—	—	—
	百分位数	21	79	—	—	—
三种号	覆盖率	20%	60%	20%	—	—
	百分位数	8	50	92	—	—
四种号	覆盖率	15%	35%	35%	15%	—
	百分位数	6	32	68	94	—
五种号	覆盖率	10%	20%	40%	20%	10%
	百分位数	4	19	50	81	96

## B.2 参考头型的三维尺寸计算

### B.2.1 参考头型的造型

标准头型的测点坐标和一维尺寸分别乘以 B.1 计算所得的缩放因子后,可获得各型各号参考头型的测点坐标和部分尺寸。但在头部装置设计应用中尚需要大量其他的尺寸数据,尤其是三维尺寸数据,大部分需对参考头型造型后量取,4.1.3 提供的部分测点坐标即为对标准头型造型的量取获得。

先将式(A.1)代入式(A.2)并代入缩放后的描述参数,可对每层周线取  $\theta$  的等增量变化且增量不应大于  $3^\circ$ ,从而计算获得表面数据点阵坐标。利用三维软件可方便建立周线再完成对参考头型表面的造型,并可转换生成标准图形交换文件,从而作为装置设计的三维平台,提供参考曲面。参考头型造型也可直接对标准头型造型按缩放因子三维缩放获得。

### B.2.2 参考头型造型的量取和分析

三维软件对参考头型造型的量取和分析主要包括:沿直线距离、沿曲线距离及垂直距离,结合测点坐标可测得 GB/T 2428 所提供的大部分项目尺寸,其中头围可取眉间点层周线的周长;截面处理,获得任意方位的横断周线,用于装置的截面设计和校验;角度及曲线、曲面的曲率,是面具、防护目镜等与头部结合较紧密的装置设计的基本数据,如鼻梁点与左右瞳孔的张角影响着防护目镜镜框的设计外形;曲线、曲面法向量,是头部装置系统集成校验以及显示器、夜视仪安装支架自由度范围设计的依据,因为人眼对观瞄仪器的位置和角度非常敏感;曲面面积,是头盔、面具等装置对防护面积和制造用料设计时的重要参考数据;头型体积,体现头型大小,为缩放因子的计算需要;等等。

### B.2.3 参考头型尺寸数据的计算公式

参考头型的基于周线的尺寸数据也可直接由参数计算获得。

参考头型第  $i$  层周线周长  $S_i$  见式(B.2):

$$S_i = \int_0^{2\pi} \sqrt{\rho_i(\theta)^2 + \left[ \frac{d\rho_i(\theta)}{d\theta} \right]^2} d\theta \quad \dots\dots\dots (B.2)$$

式中:

$\rho_i$ ——第  $i$  层周线的极径。

参考头型第  $i$  层和第  $i+1$  层周线间的头型段侧面积  $F_i$  见式(B.3):

$$F_i = \int_0^{h_i} \int_0^{2\pi} \sqrt{\rho^2 + \left[ \frac{\partial \rho(\theta, Z)}{\partial \theta} \right]^2 + \rho^2 \left[ \frac{\partial \rho(\theta, Z)}{\partial Z} \right]^2} d\theta dZ \quad \dots\dots\dots (B.3)$$

式中:

$h_i$ ——第  $i$  层和第  $i+1$  层周线的间距;

$\rho$ ——第  $i$  层和第  $i+1$  层周线极径在层间的插值,见式(B.4)。

中 华 人 民 共 和 国  
国 家 标 准  
成年男性头型三维尺寸  
GB/T 23461—2009

\*

中国标准出版社出版发行  
北京复兴门外三里河北街16号  
邮政编码:100045

网址 [www.spc.net.cn](http://www.spc.net.cn)

电话:68523946 68517548

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷  
各地新华书店经销

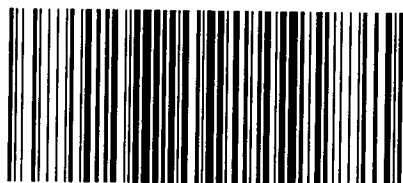
\*

开本 880×1230 1/16 印张 1.75 字数 41 千字  
2009年7月第一版 2009年7月第一次印刷

\*

书号: 155066 · 1-37771 定价 27.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换  
版权专有 侵权必究  
举报电话:(010)68533533



GB/T 23461—2009

打印日期: 2009年8月13日