



中华人民共和国国家标准

GB/T 43683.1—2024/IEC 63132-1:2020

水轮发电机组安装程序与公差导则 第1部分：总则

Guidance for installation procedures and tolerances of hydroelectric machines—
Part 1: General aspects

(IEC 63132-1:2020, IDT)

2024-03-15发布

2025-04-01 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会

发布

目次

前言 III

引言 IN

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 基本规定 1

 4.1 坐标轴 1

 4.2 基准中心 2

 4.3 最佳中心 2

 4.4 同心度 4

 4.5 圆度 4

 4.6 基准水平面 4

 4.7 基准垂直面 4

 4.8 最佳拟合面 5

 4.9 旋转轴线 5

 4.10 错牙 5

 4.11 相对高程 5

 4.12 水平度 5

 4.13 垂直度 6

 4.14 直线度 6

 4.15 平行度 7

 4.16 方位偏差 7

 4.17 转轮直径 8

 4.18 转轮间隙 9

 4.19 活动导叶上端面间隙 10

 4.20 活动导叶下端面间隙 10

 4.21 活动导叶立面间隙 10

 4.22 轴垂直度 11

 4.23 定子铁芯垂直度 11

 4.24 转子磁极垂直度 12

 4.25 定子磁力中心 12

 4.26 转子磁力中心 13

 4.27 定子铁芯直径(Dsc) 13

4.28	摆度	13
4.29	轴系直线度	14
4.30	水轮机/发电机供应商	15
5	通用做法	15
参考文献	16

前 言

本文件按照GB/T1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件是GB/T43683《水轮发电机组安装程序与公差导则》的第1部分。GB/T 43683 已经发布了以下部分：

- 第1部分：总则；
- 第2部分：立式发电机。

本文件等同采用IEC 63132-1:2020《水轮发电机组安装程序与公差导则 第1部分：总则》。

本文件做了下列最小限度的编辑性改动：

- 4.1 坐标轴中X+ 轴、Y+ 轴修改为+X 轴、+Y 轴；
- 4.3最佳中心表1中圆度值由0.22修正为0.23, 计算最佳中心的说明中圆度值作同样修正；图10、图19、图20增加了标引序号说明。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国电器工业协会提出。

本文件由全国水轮机标准化技术委员会(SAC/TC 175)归口。

本文件起草单位：中国长江三峡集团有限公司、中国三峡建工(集团)有限公司、中国葛洲坝集团机电建设有限公司、大唐水电科学技术研究院有限公司、中国电建集团成都勘测设计研究院有限公司、哈尔滨电机厂有限责任公司、东方电气集团东方电机有限公司、中国长江电力股份有限公司、中国水利水电第一工程局有限公司、国网新源控股有限公司、南方电网调峰调频发电有限公司工程建设管理分公司、重庆水轮机厂有限责任公司、大唐西藏能源开发有限公司、湖北能源集团股份有限公司、西华大学。

本文件主要起草人：刘洁、刘功梅、陈强、赵华、于合春、张海库、蒋登云、吴炜、马龙、王献奇、李国亚、胡清娟、魏春雷、戴江、徐军、杨年浩、邓海峰、李惊春、苏树昕、冷瑞、王建明、蔡爽、陈泓宇、张晋境、颜昌明、刘小兵。

引 言

水电建设在我国能源发展中具有重要的战略地位，对国民经济起着重要作用。随着市场对水轮发电机组向多机型、高参数、高效低耗、安全、环保等方面发展的要求不断提高，并且国家在“十四五”明确提出稳步推进常规水电项目建设，同时加快推进抽水蓄能电站建设。因此需要在现有的标准和规范的基础上，对水轮发电机组相关安装及检验作相应的研究，并制定出适用于混流式、轴流转桨或轴流定桨式、贯流式、冲击式水轮发电机组的安装、检验标准和规范。

GB/T 43683《水轮发电机组安装程序与公差导则》拟由六个部分构成。

- 第1部分：总则。目的在于规定水轮发电机组安装通用技术要求。
- 第2 部分：立式发电机。目的在于规范立式发电机安装流程和步骤要求。
- 第3部分：立式混流式水轮机或水泵水轮机。目的在于规范立式混流式水轮机或水泵水轮机安装流程和步骤要求。
- 第4部分：立式轴流转桨或轴流定桨式水轮机。目的在于规范立式轴流转桨或轴流定桨式水轮机安装流程和步骤要求。
- 第5部分：贯流式水电机组。目的在于规范贯流式水电机组安装流程和步骤要求。
- 第6部分：立式冲击式水轮机。目的在于规范立式冲击式水轮机安装流程和步骤要求。

水轮发电机组安装程序与公差导则

第 1 部分：总则

1 范围

本文件给出了常规水轮机和发电机安装的通用程序和公差。机组安装有多种可行的方法，本文件介绍了一种典型的方法，机组的尺寸、机组的设计、厂房的布置和设备部件的交货进度可能会导致某些步骤的增加、取消和/或装配顺序的改变。

通常情况下，本文件只有在合同双方都同意的情况下才具有约束力。

经各方协商一致，改造工程或小型水电工程的机组安装参照本文件执行。

本文件不适用于单纯的商业用途，除非其与机组安装行为具有密不可分的联系。

不同的标准规定的公差可能有所差异，本文件中的公差是基于最普遍的实践和经验确定的。

无论本文件是否规定由制造商提供文件、图纸或信息，每个制造商均为自身供应的设备提供必要的相关资料。

2 规范性引用文件

本文件没有规范性引用文件。

3 术语和定义

本文件没有需要界定的术语和定义。

4 基本规定

4.1 坐标轴

对于立式机组，坐标系是相对于上、下游定义的，从发电机端看，见图1。+Y 轴对应于上游，即0°和12点钟方向。角度沿顺时针方向增加。因此，+X 轴对应于90°，右手侧的3点钟方向。

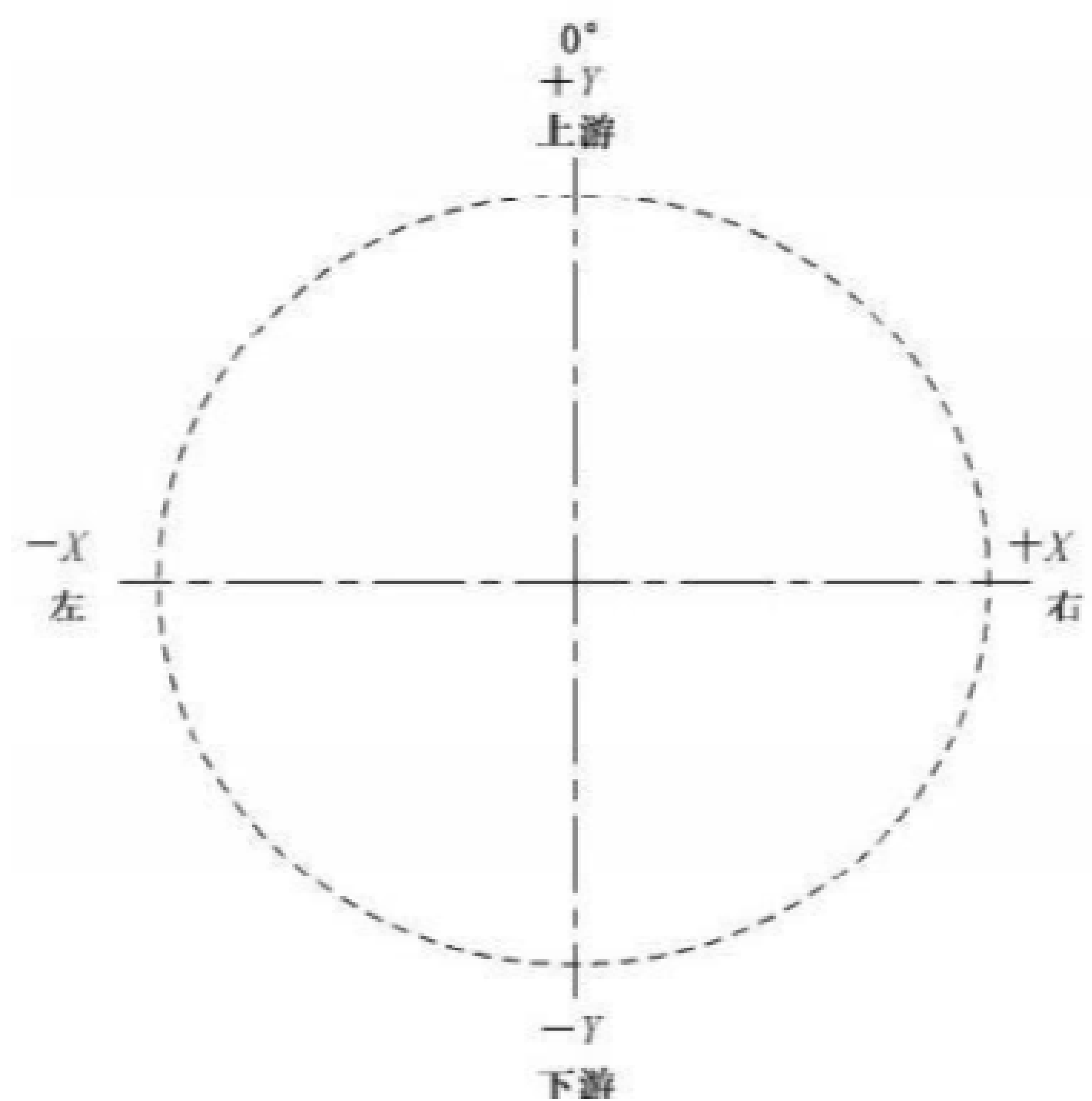


图 1 坐标轴

对于卧式机组，从发电机端看，+Y 轴对应于垂直向上，-Y 轴对应于垂直向下。

4.2 基准中心

基准中心是特定部件的最佳中心，所有其他部件宜向基准中心对齐。

4.3 最佳中心

圆形部件的最佳中心是对应于圆度具有最小偏差的点。它的位置是由一组等角度从基准中心测量的半径计算出来的。

判断方法：能使用以下两个公式计算距基准中心的最佳中心分量 x 和 y，其中 0° 位于 +Y 轴，并且角度沿顺时针方向增大。

$$x = \frac{2}{n} \sum_{i=1}^n R_i \sin(\theta_i)$$
$$y = \frac{2}{n} \sum_{i=1}^n R_i \cos(\theta_i)$$

式中：

n ——测点数；

R_i —— 半径测量值；

θ_i ——每个测点对应的角度。

示例计算见表1。

表 1 示例计算

序号	角度	部件	X	Y	计 算 X	计 算 Y	以基准中心为参照的 部件中心
	0°	99.65	0.00	99.65	—0.11	99.98	99.98
2	45°	99.95	70.68	70.68	70.57	71.01	100.11
3	90°	100.05	100.05	0.00	99.94	0.33	99.94

表 1 示例计算（续）

序号	角度	部件	X	Y	计 算 X	计算Y	以基准中心为参照的 部件中心
4	135°	100.25	70.89	-70.89	70.78	-70.55	99.94
5	180°	100.45	0.00	-100.45	-0.11	-100.12	100.12
6	225°	100.05	-70.75	-70.75	-70.86	-70.41	99.89
7	270°	100.00	-100.00	0	-100.11	0.33	100.11
8	315°	99.60	-70.43	-70.43	-70.54	70.76	99.91
最佳中心 (X, Y)			0.11	-0.33		圆度	0.23
同心度			0.35				
角度			162°		-		

下面给出了如何计算最佳中心的说明，见图2。

$X(\#4)=100.25\times\sin135^{\circ}=70.89$

$Y(\#4)=100.25\times\cos135^{\circ}=-70.89$

$bcX=\{0.00+70.68+100.05+70.89+0.00+(-70.75)+(-100.00)+(-70.43)\}\times2/8=0.11$

$bcY=\{99.65+70.68+0.00+(-70.89)+(-100.45)+(-70.75)+0.00+70.43\}\times2/8=-0.33$

同心度： $\sqrt{(0.11)^2+(-0.33)^2}=0.35$

因此，部件的最佳中心位于坐标轴(0.11, -0.33)。基于最佳中心能计算出作为新参考的计算半径，用以计算圆度。

计算 $X(\#4)=X(\#4)-bcX=70.89-0.11=70.78$

计算 $Y(\#4)=Y(\#4)-bcY=-70.89-(-0.33)=-70.55$

计算半径 $(\#4)=\sqrt{(70.78)^2+(-70.55)^2}=99.94$

圆度：最大-最小=100.12-99.89=0.23

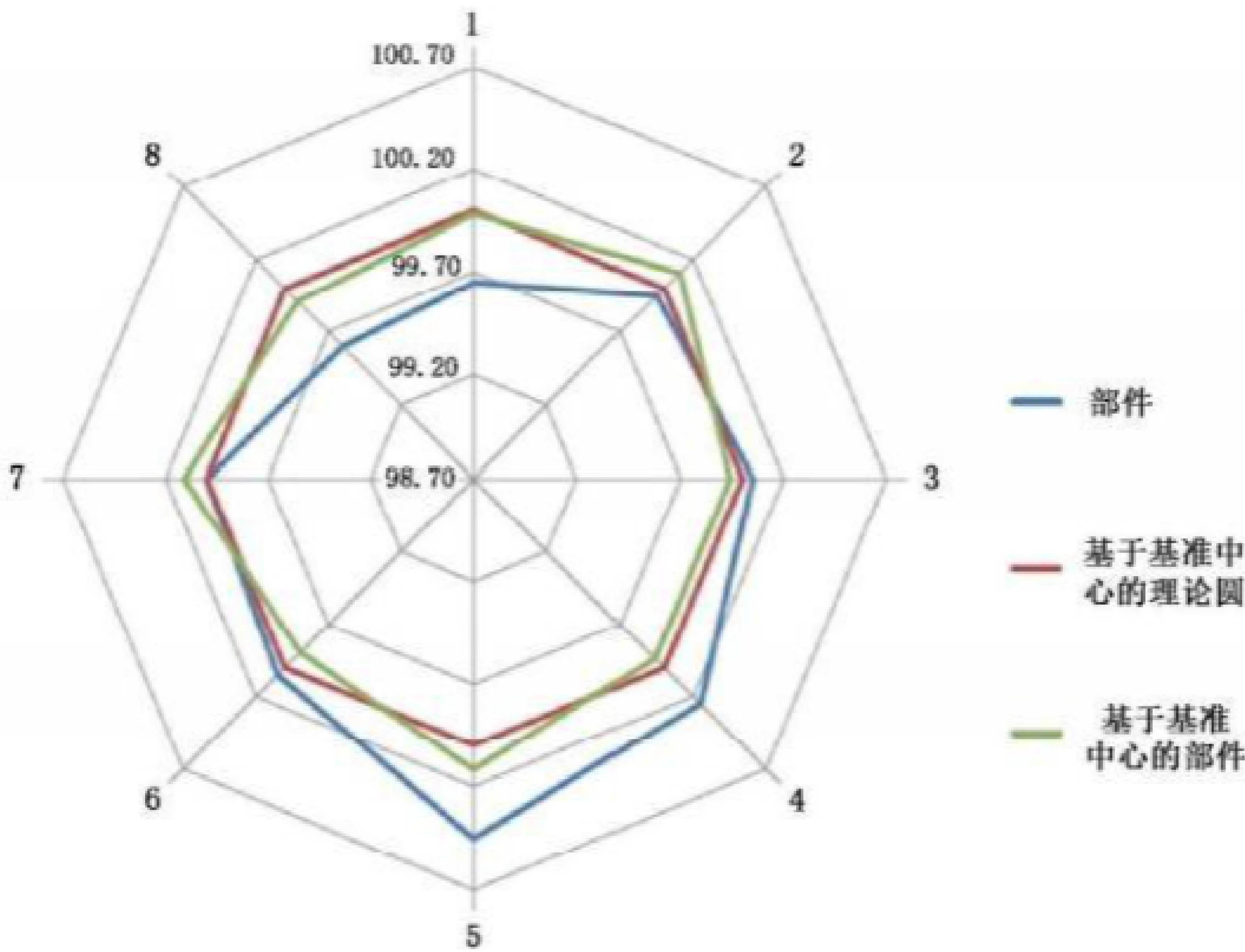


图 2 最佳中心示例计算

4.4 同心度

同心度是部件的最佳中心到基准中心的径向距离 d ，见图3。

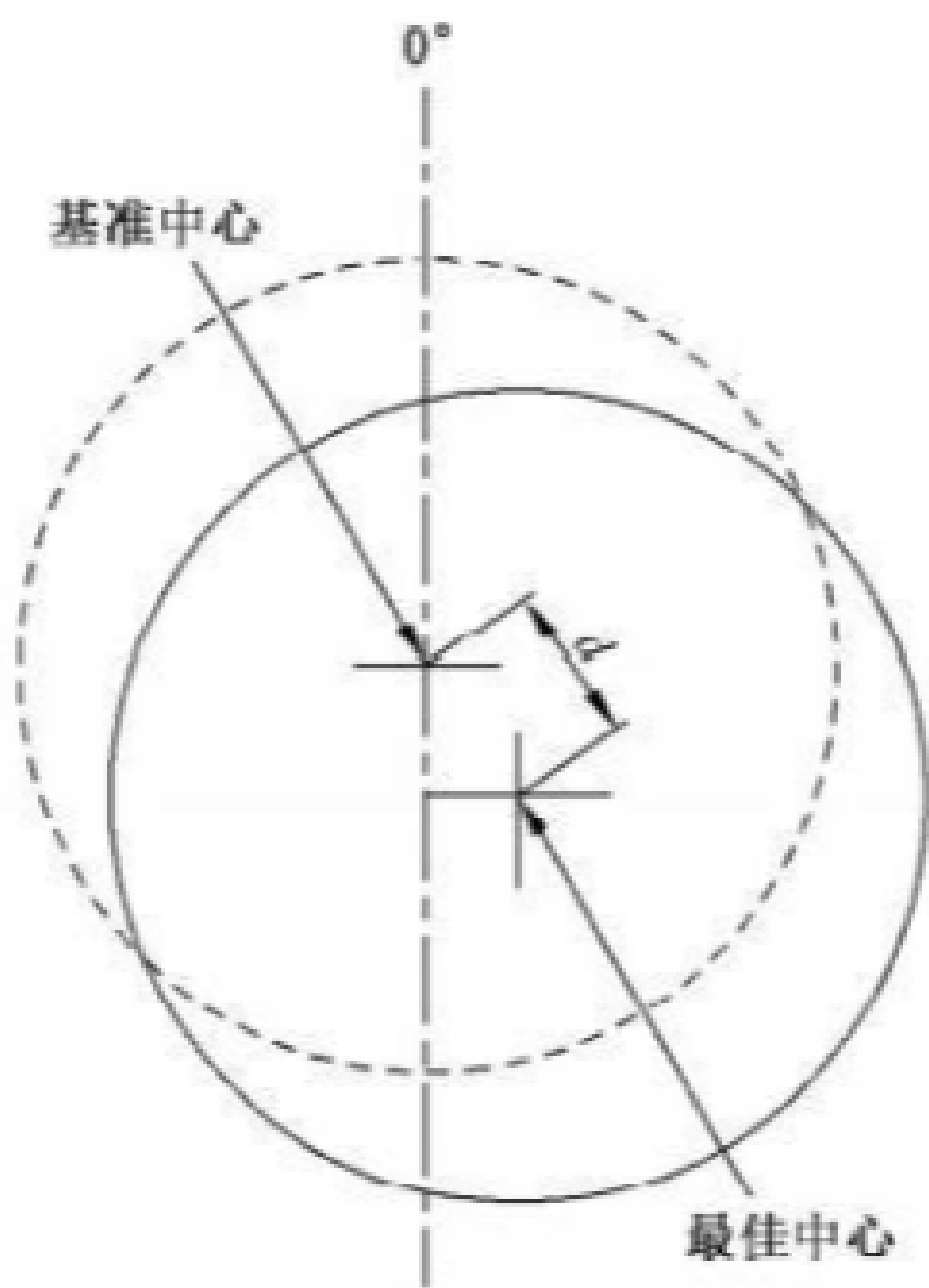


图 3 同心度

4.5 圆度

圆度是以部件的最佳中心为基准，最大半径和最小半径之间的差值，见图4。



图 4 圆度

4.6 基准水平面

基准水平面是部件某个特征高程的平均值所在的水平面，其他部件宜根据该基准水平面进行调整。

4.7 基准垂直面

基准垂直面是部件某个特征位置的平均距离值所在的垂直面，其他部件宜根据该基准垂直面进行调整。

4.8 最佳拟合面

最佳拟合面是通过计算所得的平面，所有检测点到该平面的垂直距离之和最小。

4.9 旋转轴线

旋转轴线是旋转部件上所有点绕其旋转的轴线。

4.10 错牙

相连的两个部件存在错位。不相连的两部件，其中一个部件与另一个部件的投影存在错位 s ，见图5。

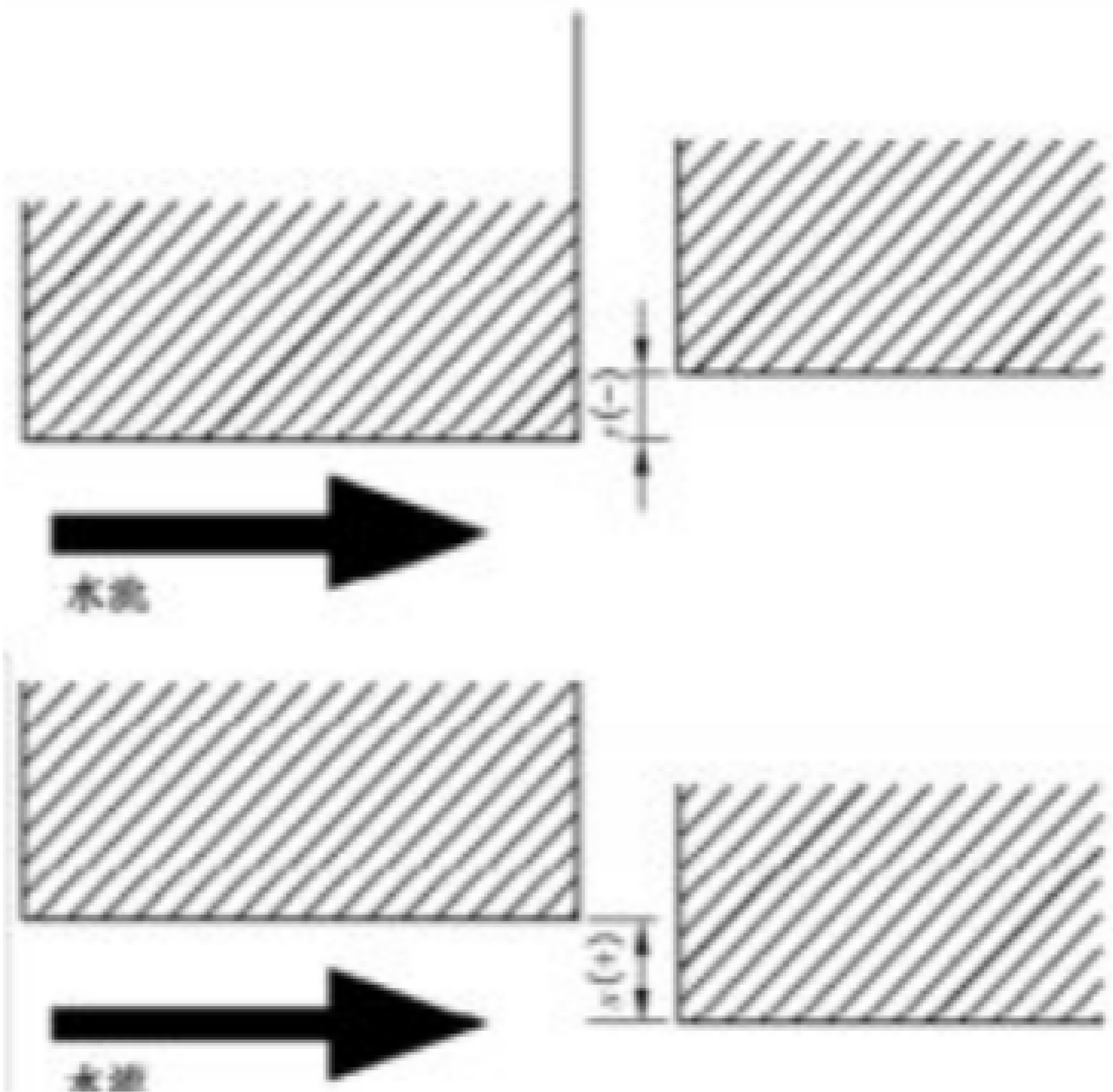


图5 错牙

4.11 相对高程

部件某个特征高程的平均值所在的水平面，与基准水平面的垂直距离，见图6。

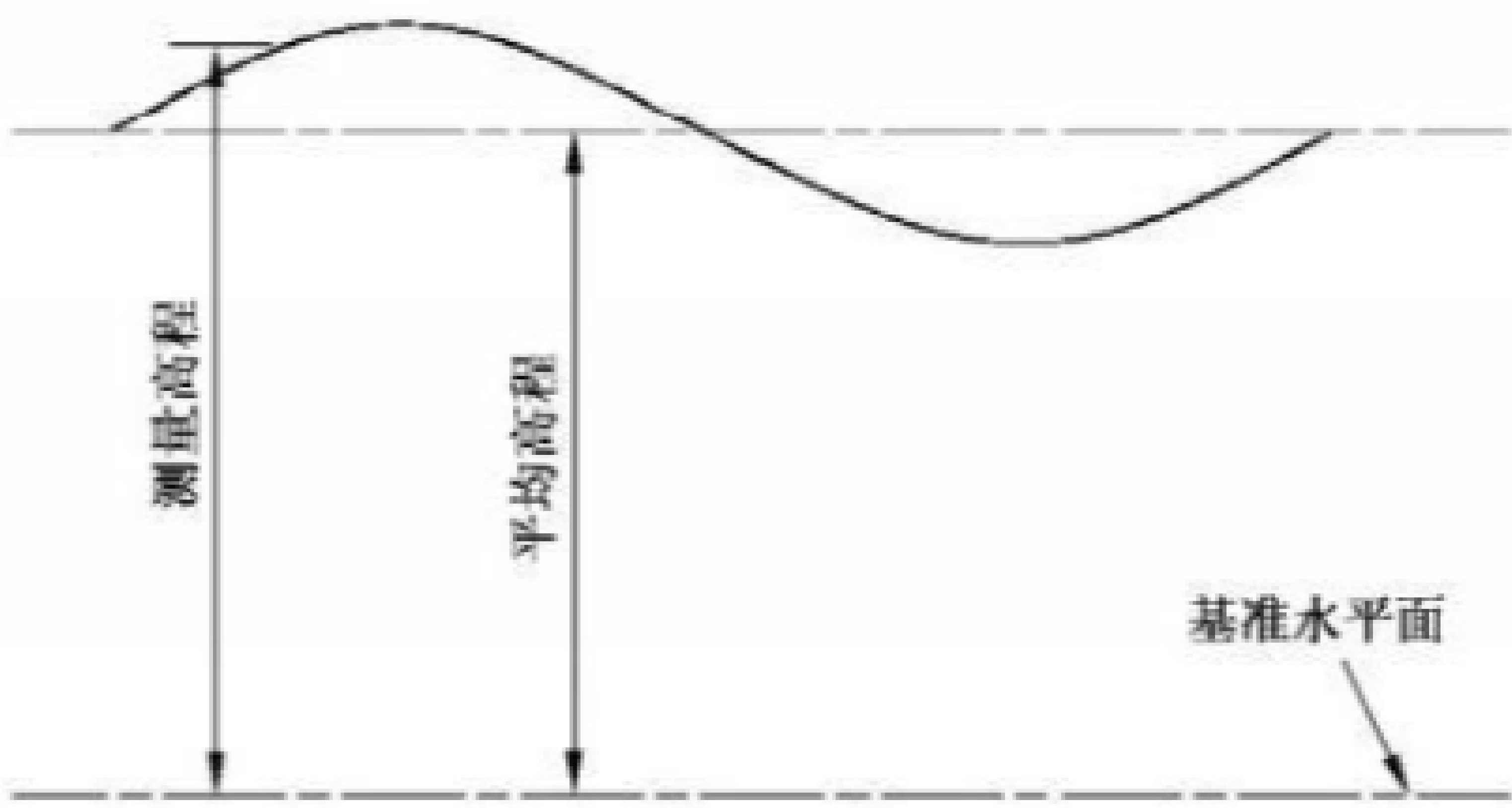


图6 相对高程

4.12 水平度

水平度是部件的最佳拟合面与基准水平面之间的偏差，该最佳拟合面通过一系列等距高程测量值计算得出，见图7。

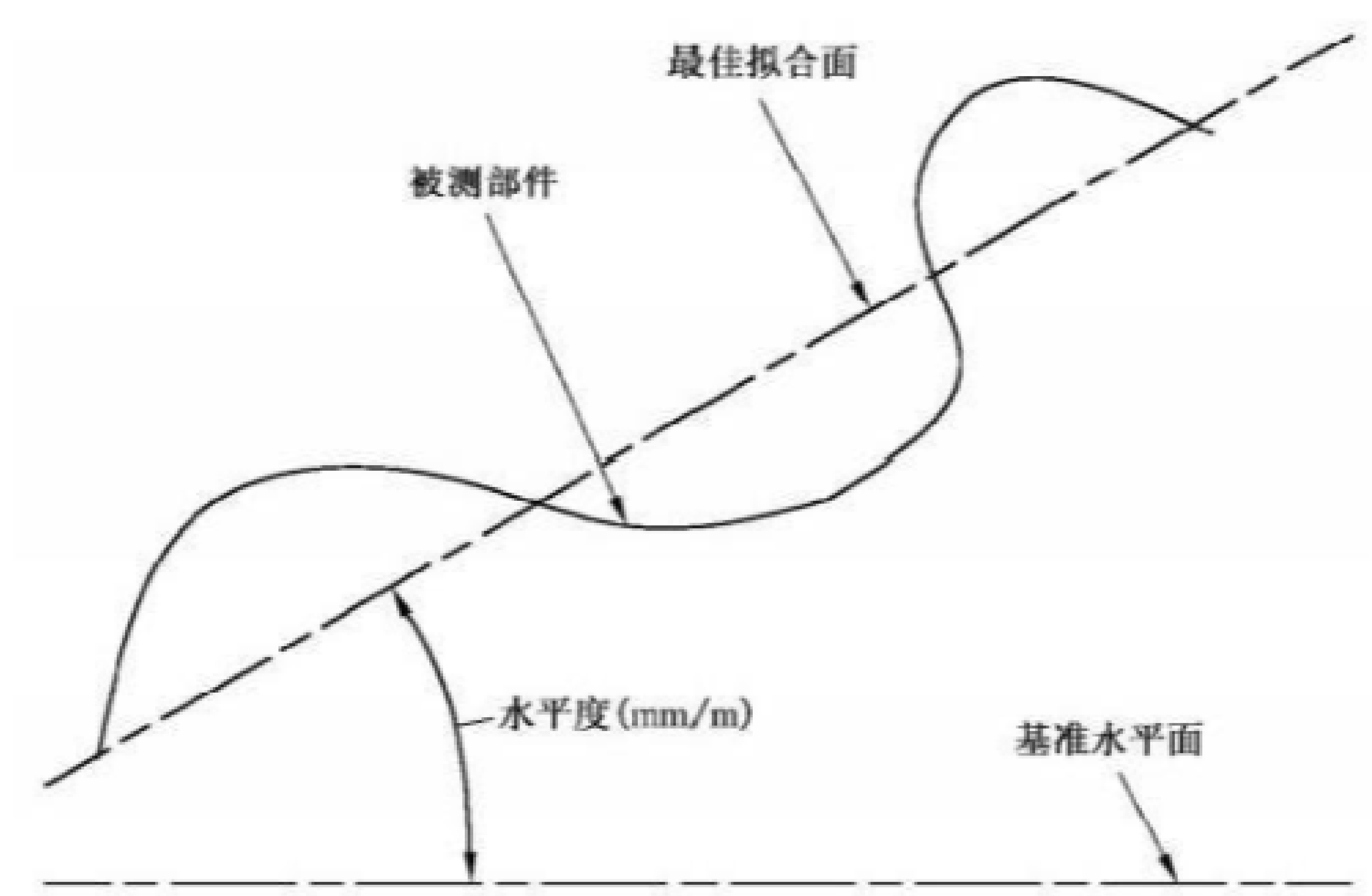


图 7 水平度

4.13 垂直度

垂直度是部件垂直面的最佳拟合面与基准垂直面之间的偏差，见图8。

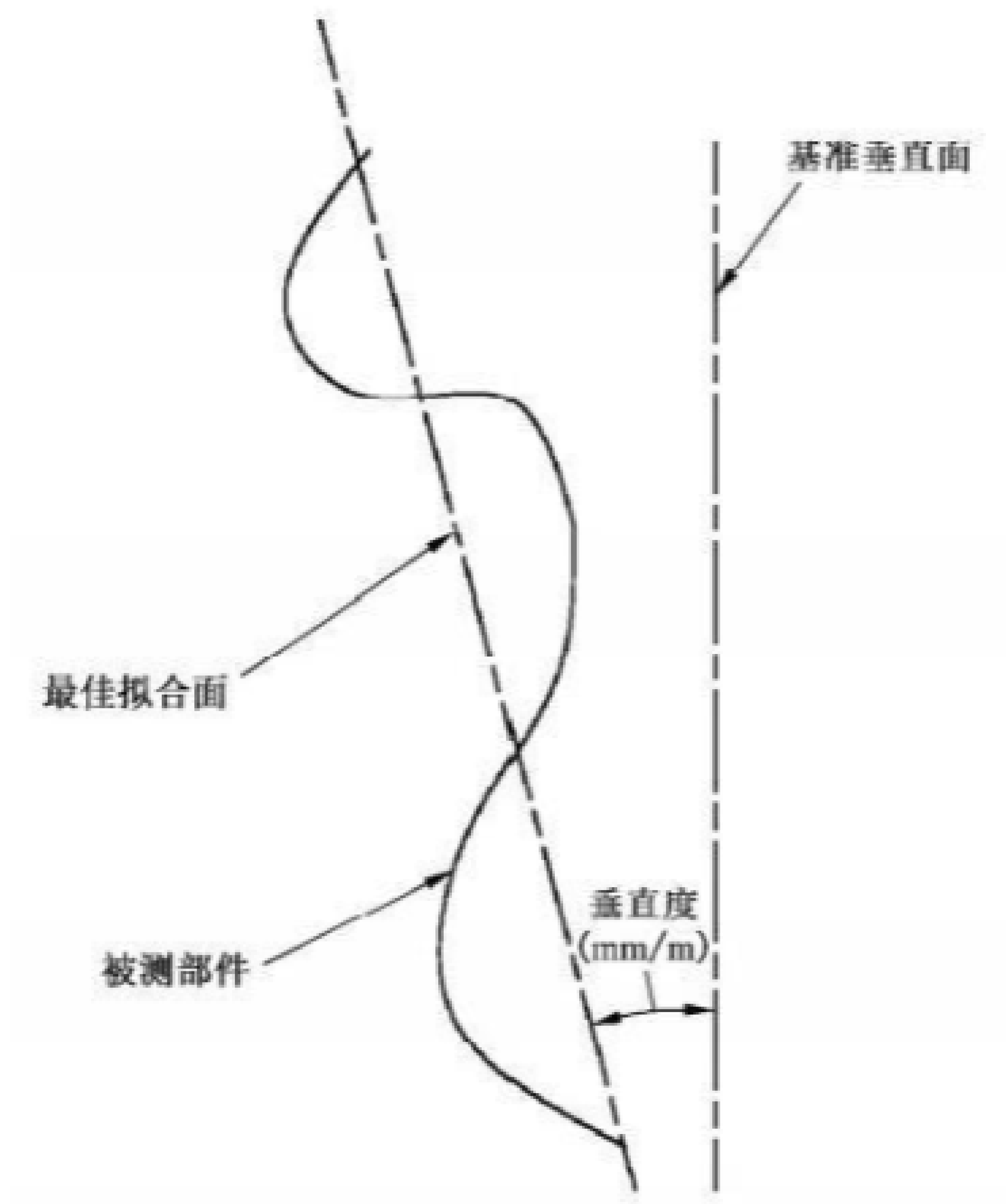


图 8 垂直度

4.14 直线度

测量对象的所有测点均位于两条距离最短的平行线上或之间，该两条平行线之间的距离 d 为被测量对象的直线度，见图9。

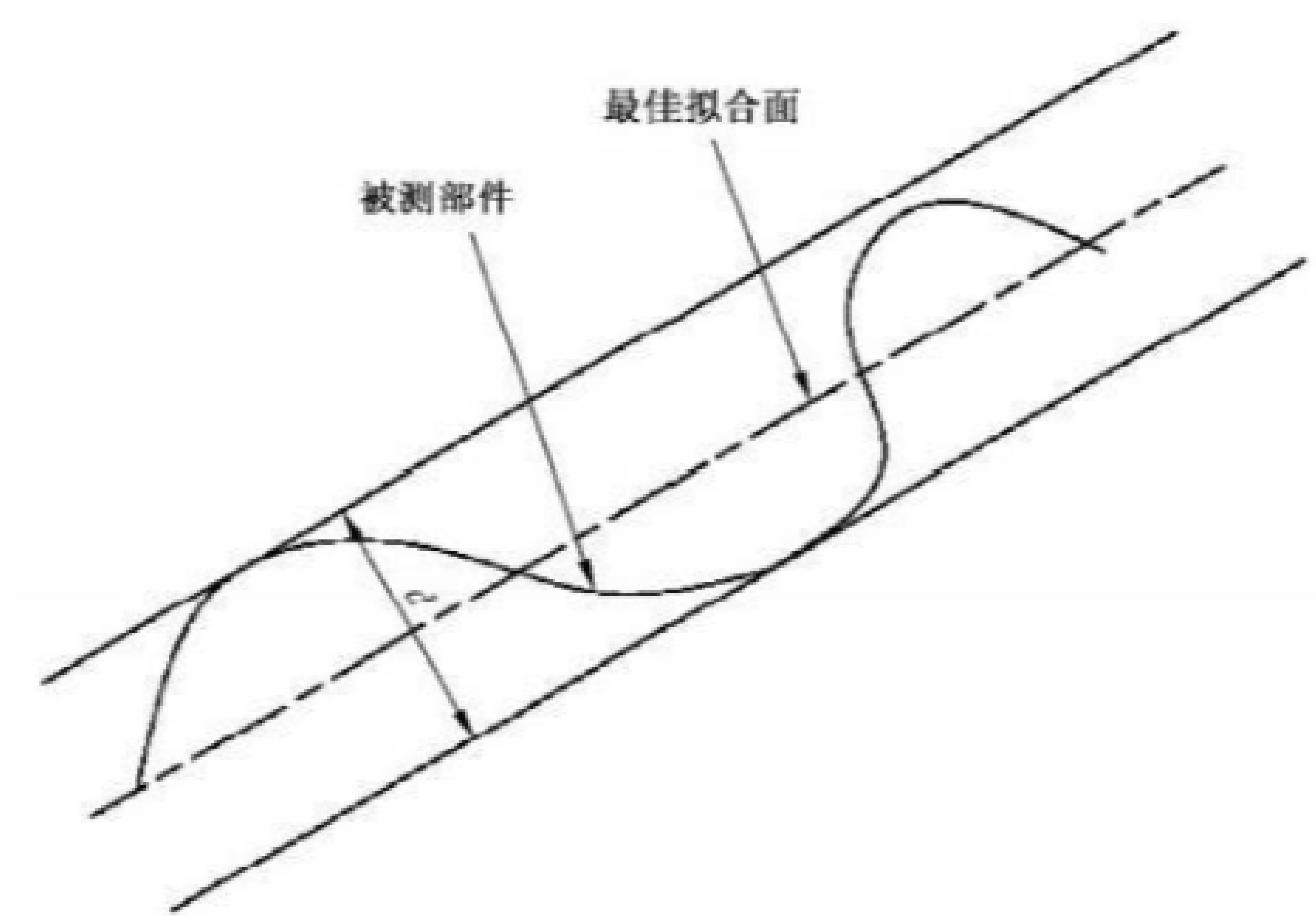
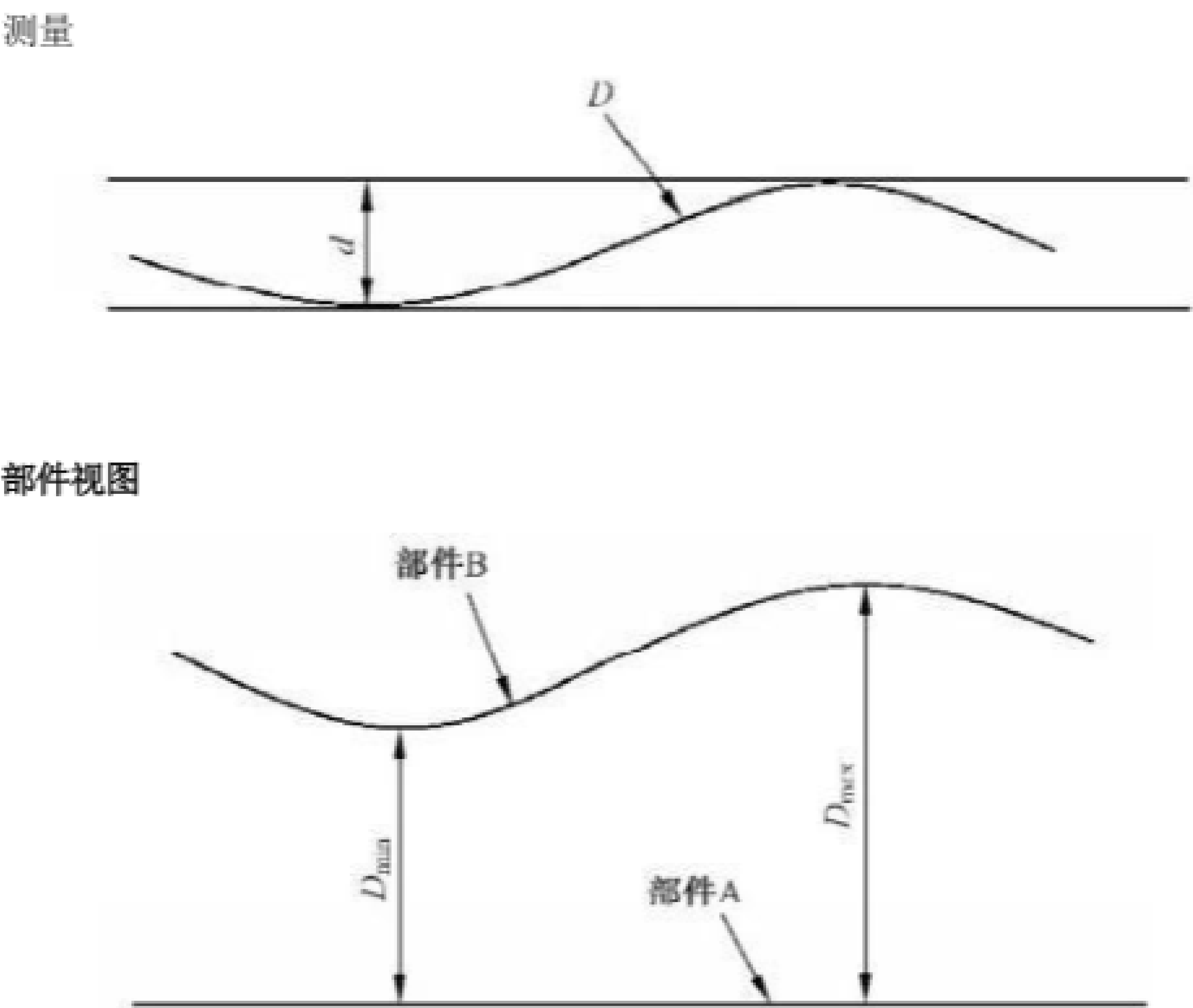


图 9 直线度

4.15 平行度

平行度是两条线之间测量距离的最大值与最小值之差，见图10。



标引序号说明：
D ——两部件间的测量距离；
Dmax——两部件间的最大测量距离；
Dmin——两部件间的最小测量距离；
d —— $D_{\max}-D_{\min}$

图 10 平行度

4.16 方位偏差

方位偏差是部件的上、下游轴线标记和机组坐标轴之间的角度偏差，见图11。

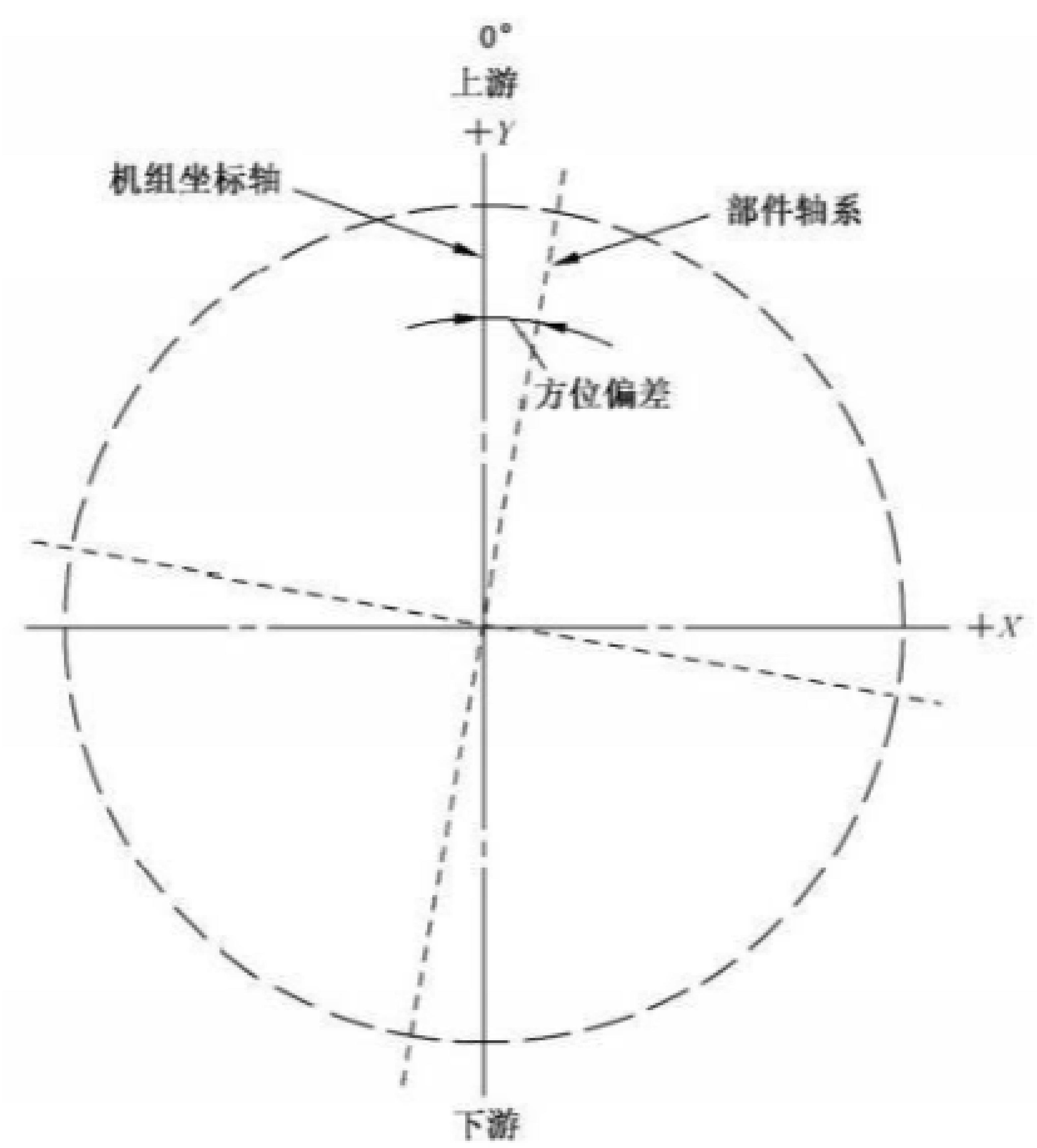
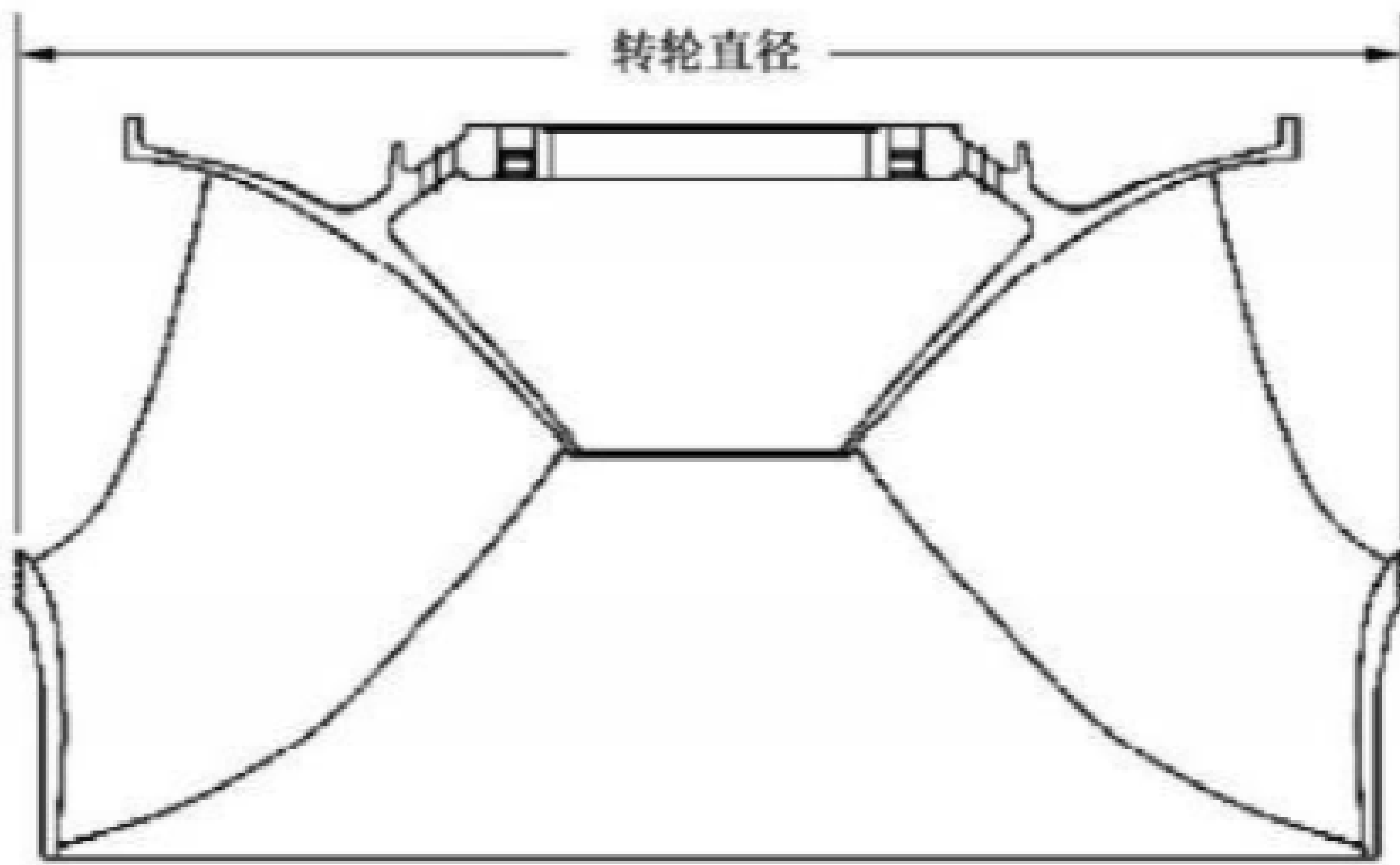


图 11 方位偏差

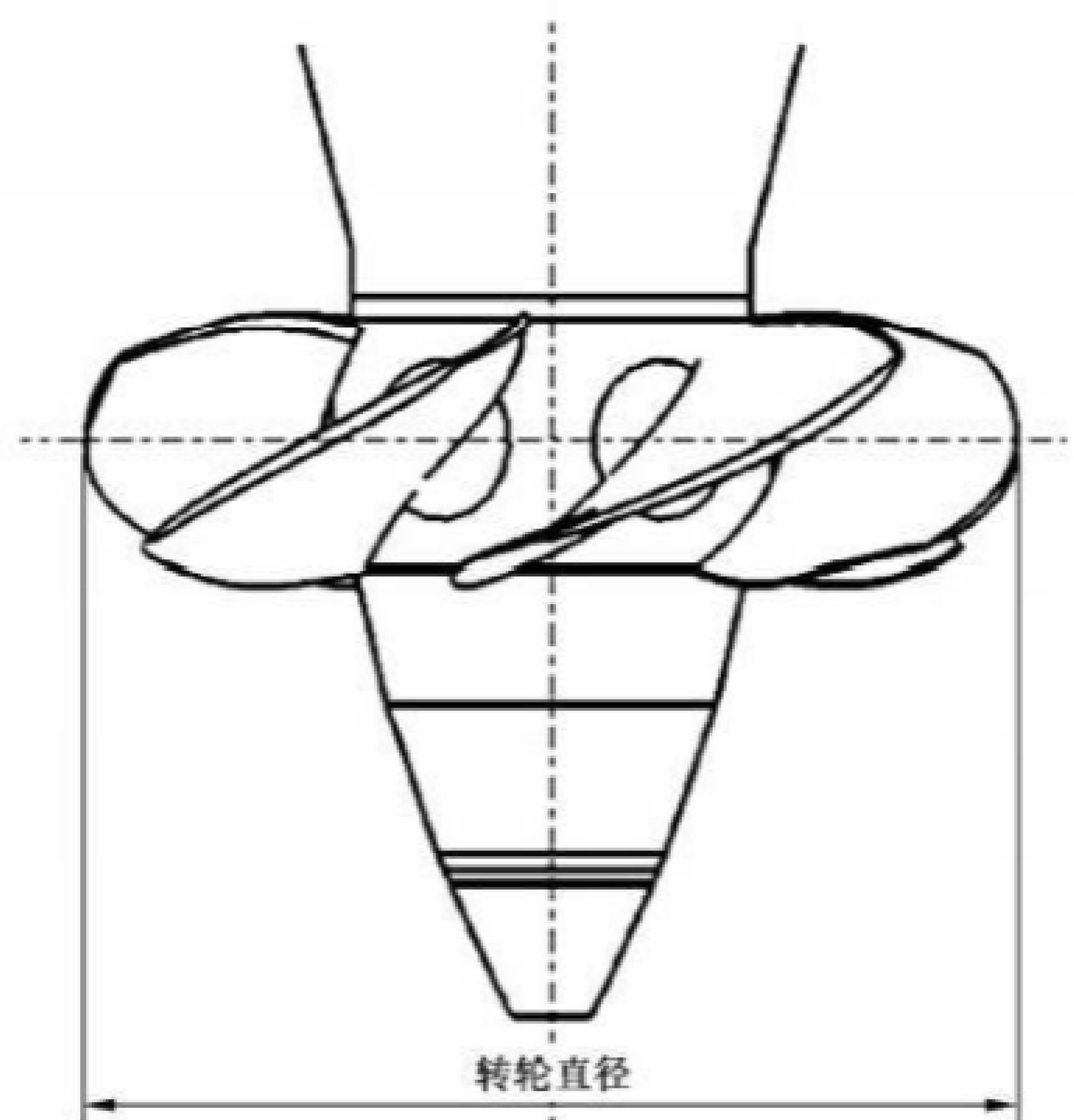
4.17 转轮直径

对于反击式转轮，转轮直径是转轮的最大外径。对于冲击式转轮，转轮直径是射流节圆直径。本定义仅适用于本文件。图12 a)、图12 b) 和图12 c) 显示了转轮直径的不同情况。

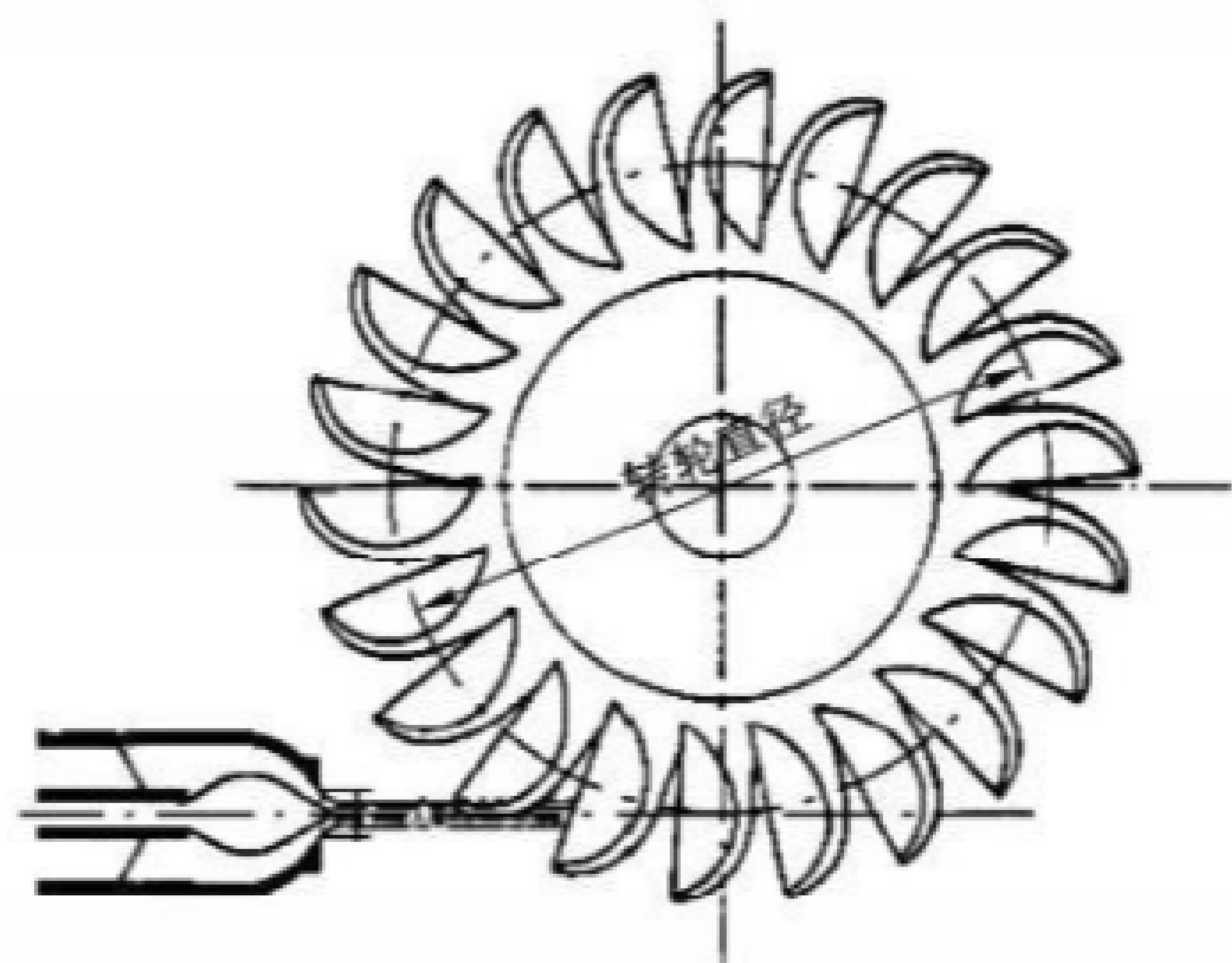


a) 混流式转轮直径

图12 转轮直径示例



b) 转桨式或定桨式转轮直径

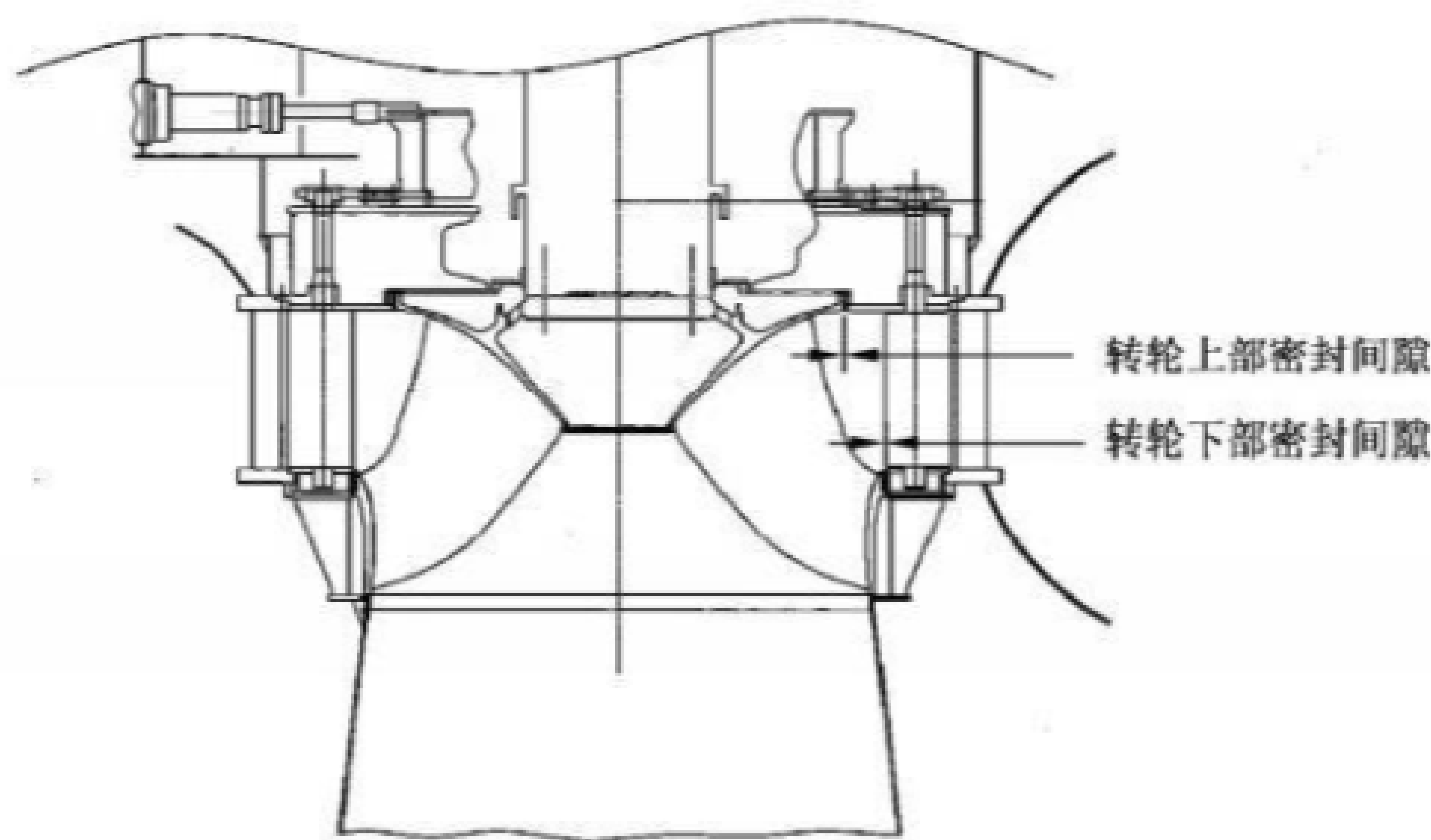


c) 冲击式转轮直径

图 12 转轮直径示例 (续)

4.18 转轮间隙

对于混流式转轮，转轮间隙是转轮与固定止漏环之间的径向距离，见图13a)。对于轴流式(包括转桨和定桨)转轮，转轮间隙是转轮叶片与转轮室之间的径向距离，见图13 b)。



a) 混流式转轮间隙

图13 转轮间隙

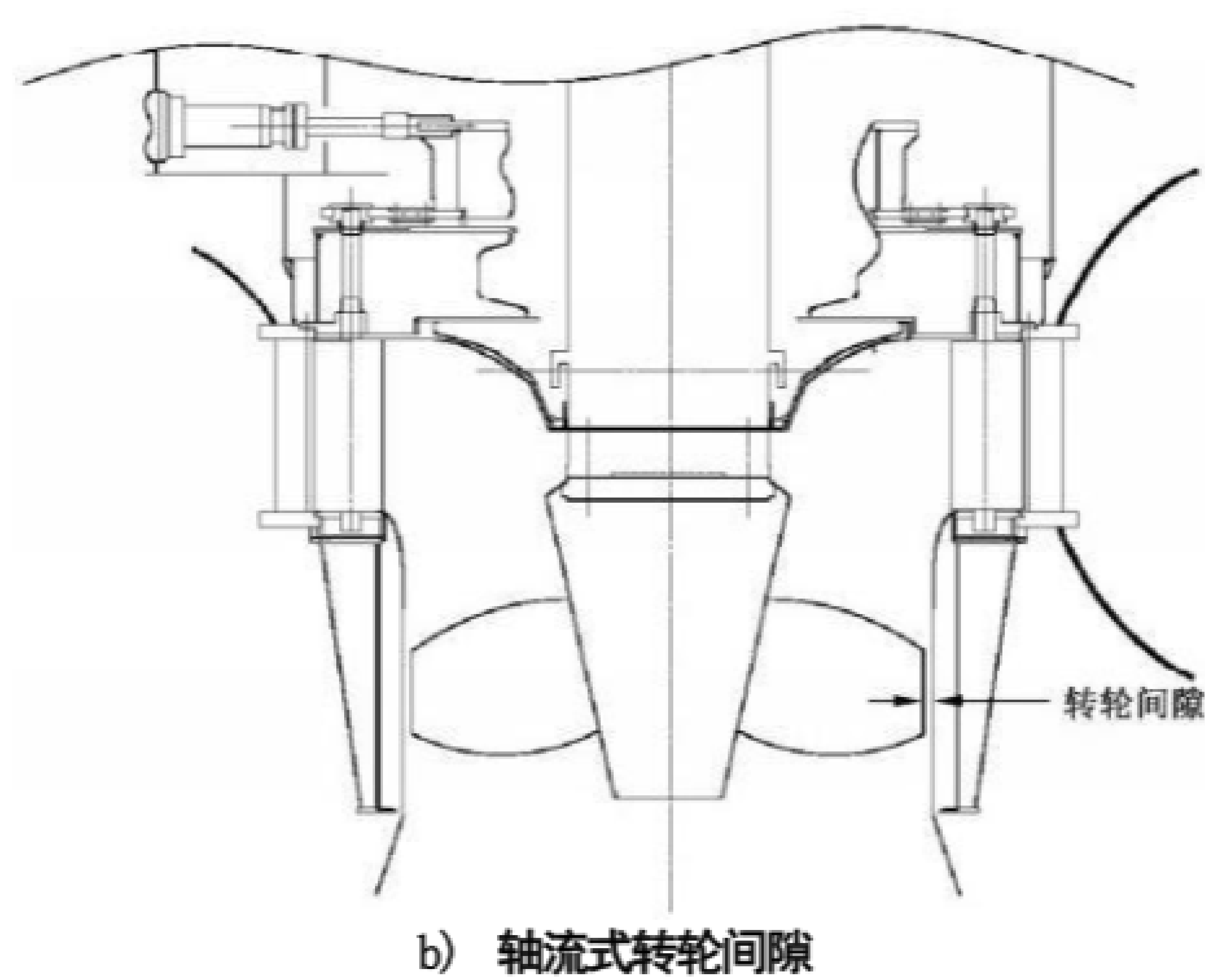


图 13 转轮间隙（续）

4.19 活动导叶上端面间隙

活动导叶上端面间隙是顶盖(导叶外环)和活动导叶之间的间隙，见图14。

4.20 活动导叶下端面间隙

活动导叶下端面间隙是底环(导叶内环)与活动导叶之间的间隙，见图14。

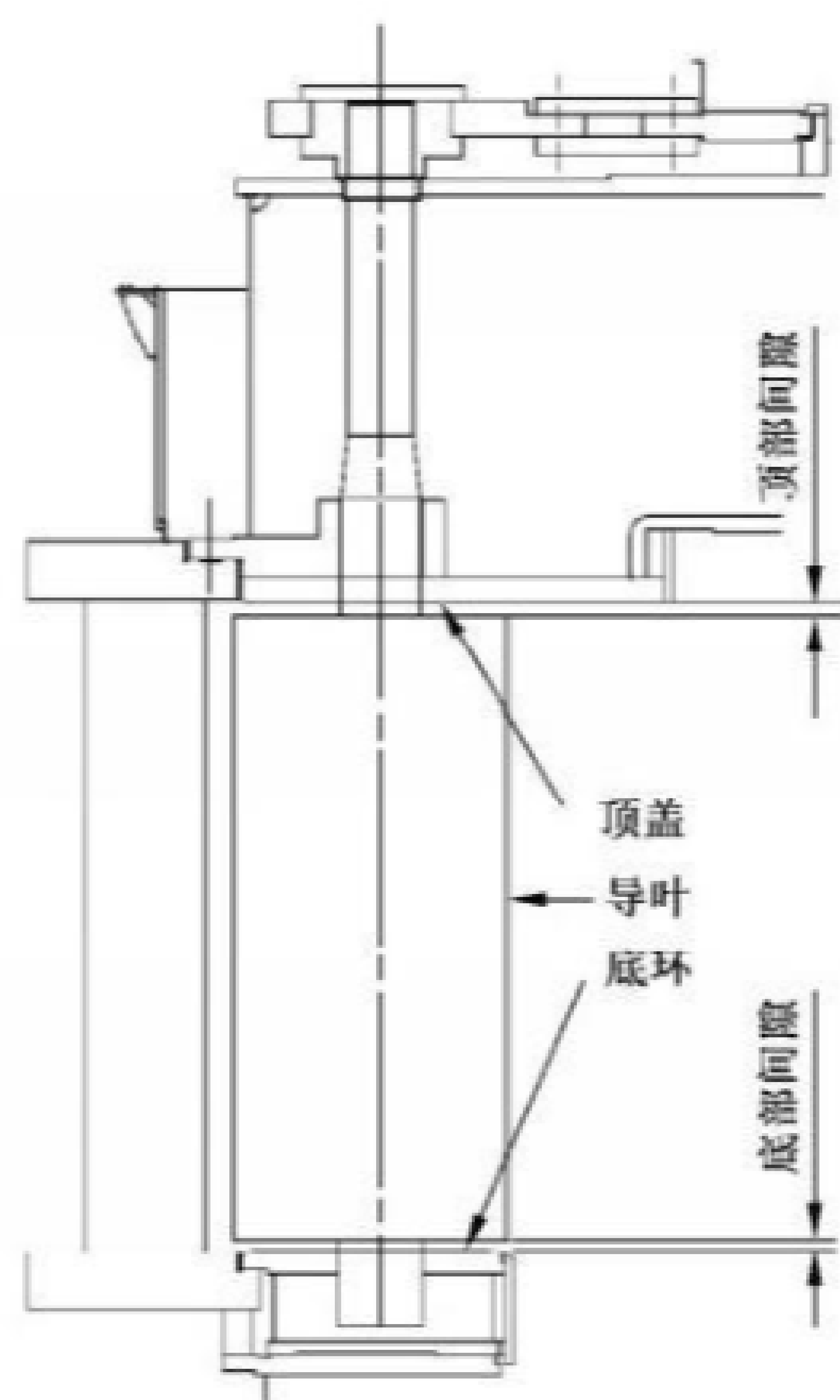


图14 活动导叶端面间隙示意

4.21 活动导叶立面间隙

活动导叶立面间隙是指活动导叶关闭时，两个活动导叶密封面之间的距离，见图15。

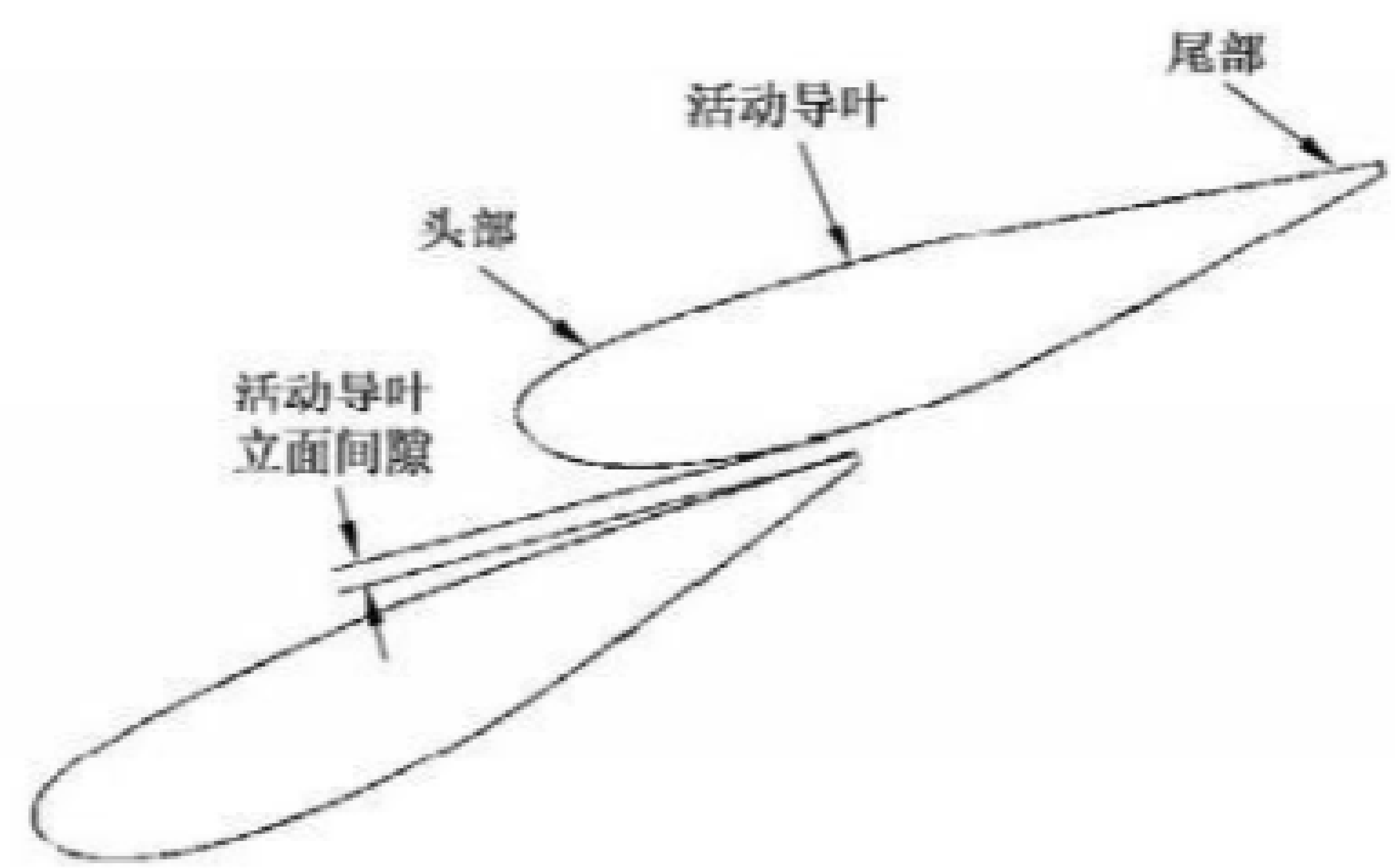


图15 活动导叶立面间隙示意

4.22 轴垂直度

轴垂直度是旋转轴相对于垂线的偏差，见图16。



图16 轴垂直度

4.23 定子铁芯垂直度

定子铁芯垂直度是定子铁芯的立面相对于垂线的偏差 d ，见图17。

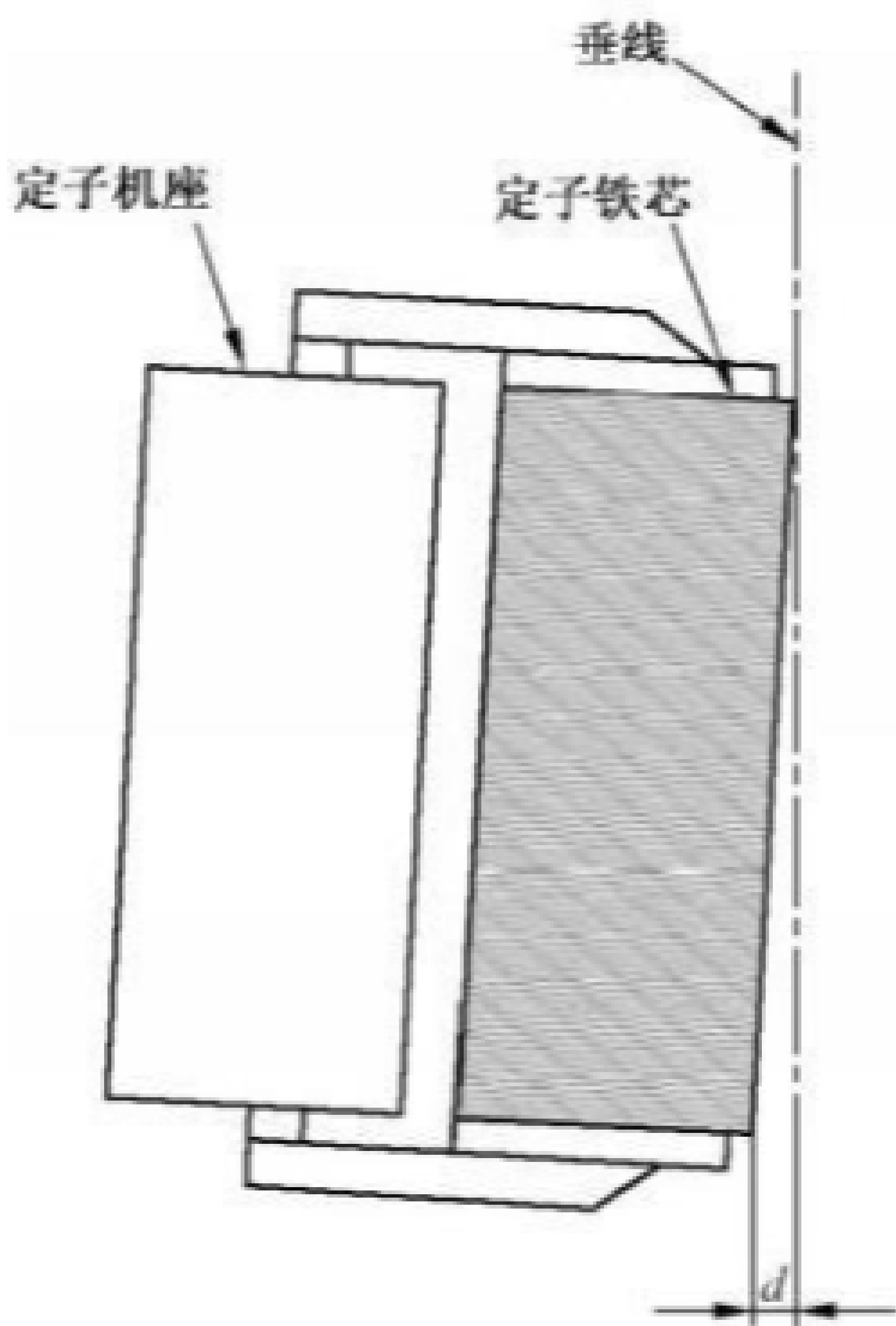


图17 定子铁芯垂直度

4.24 转子磁极垂直度

转子磁极垂直度是磁极立面相对于垂线的偏差d，见图18。

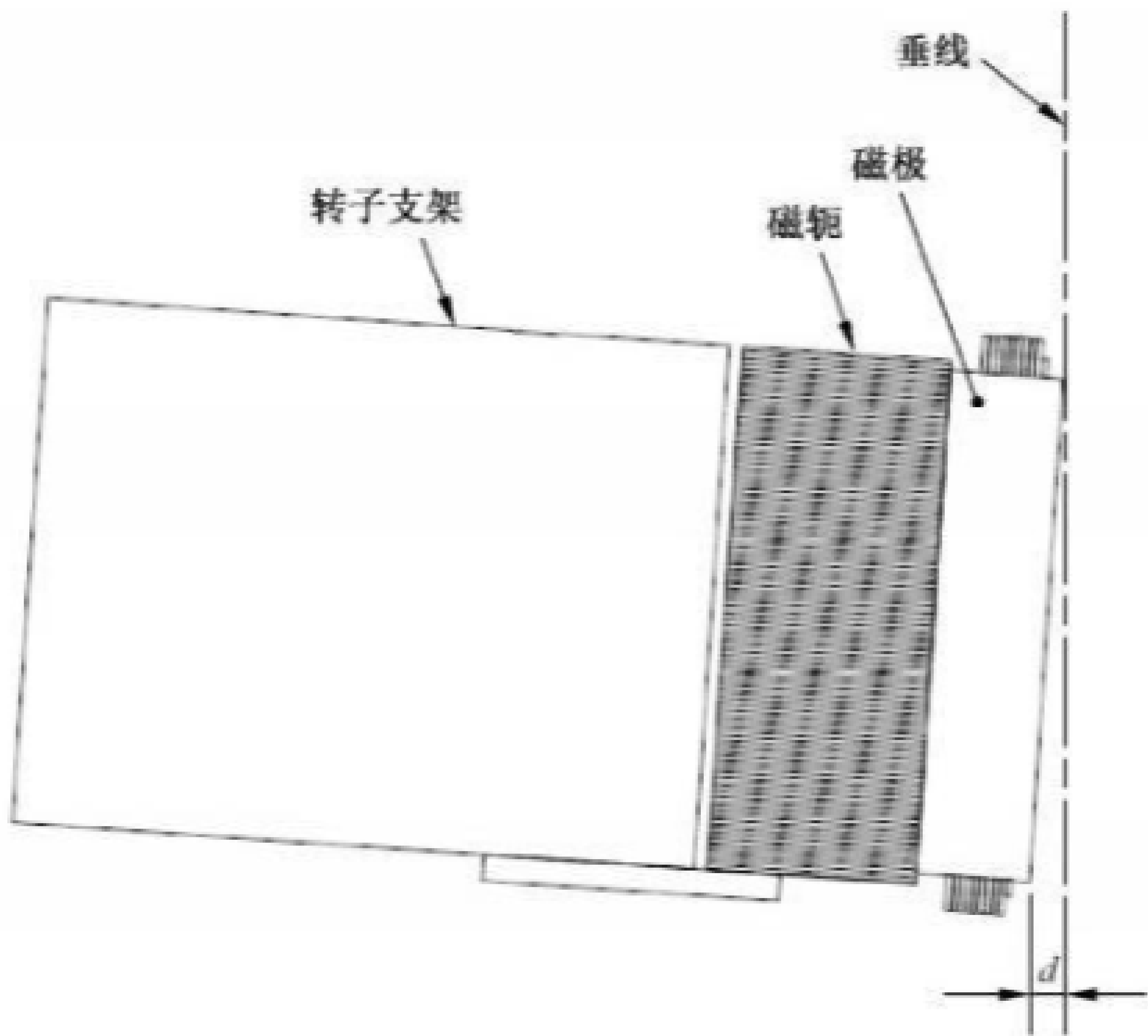
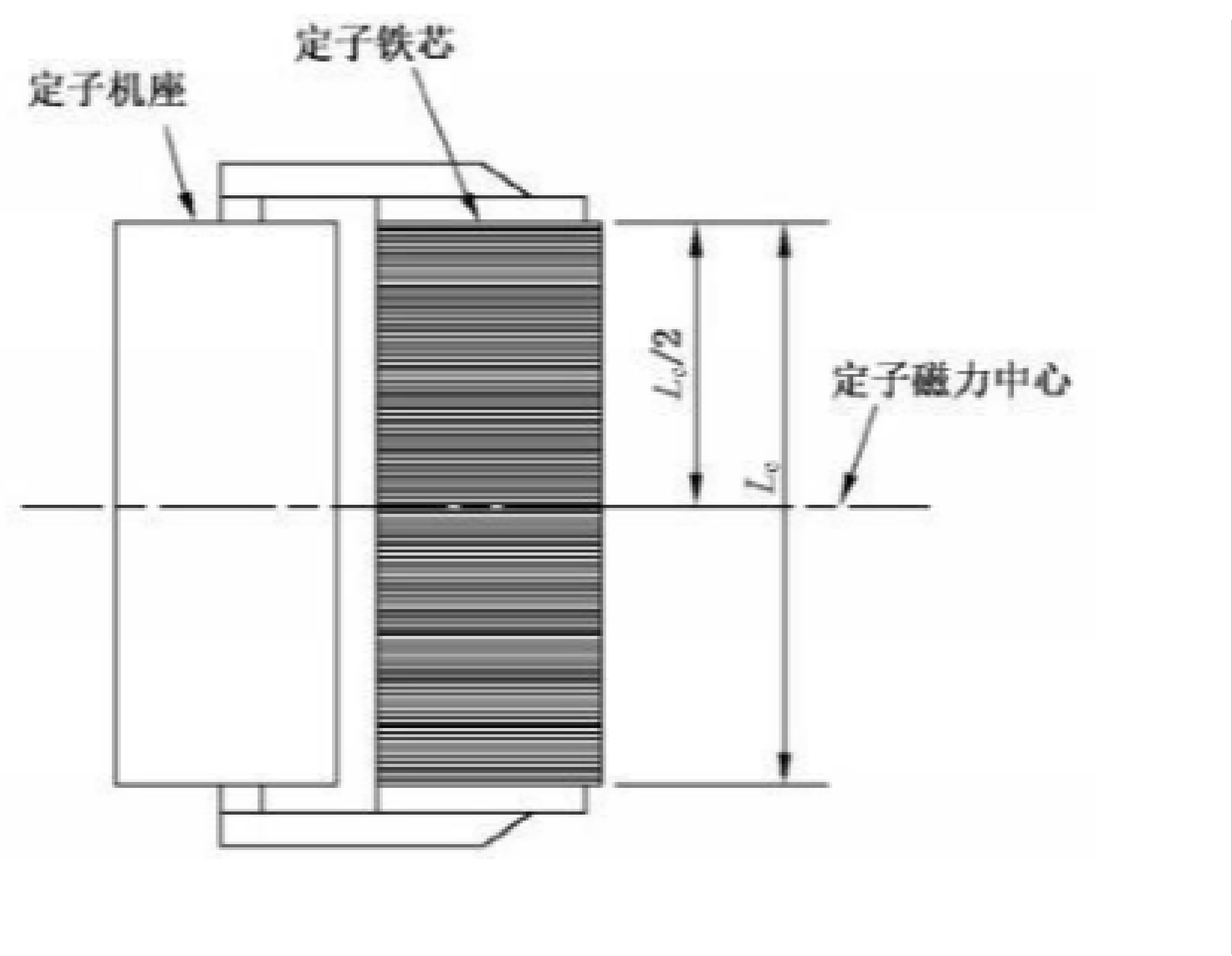


图18 转子磁极垂直度

4.25 定子磁力中心

定子磁力中心是定子铁芯的算术平均轴向中心，见图19。

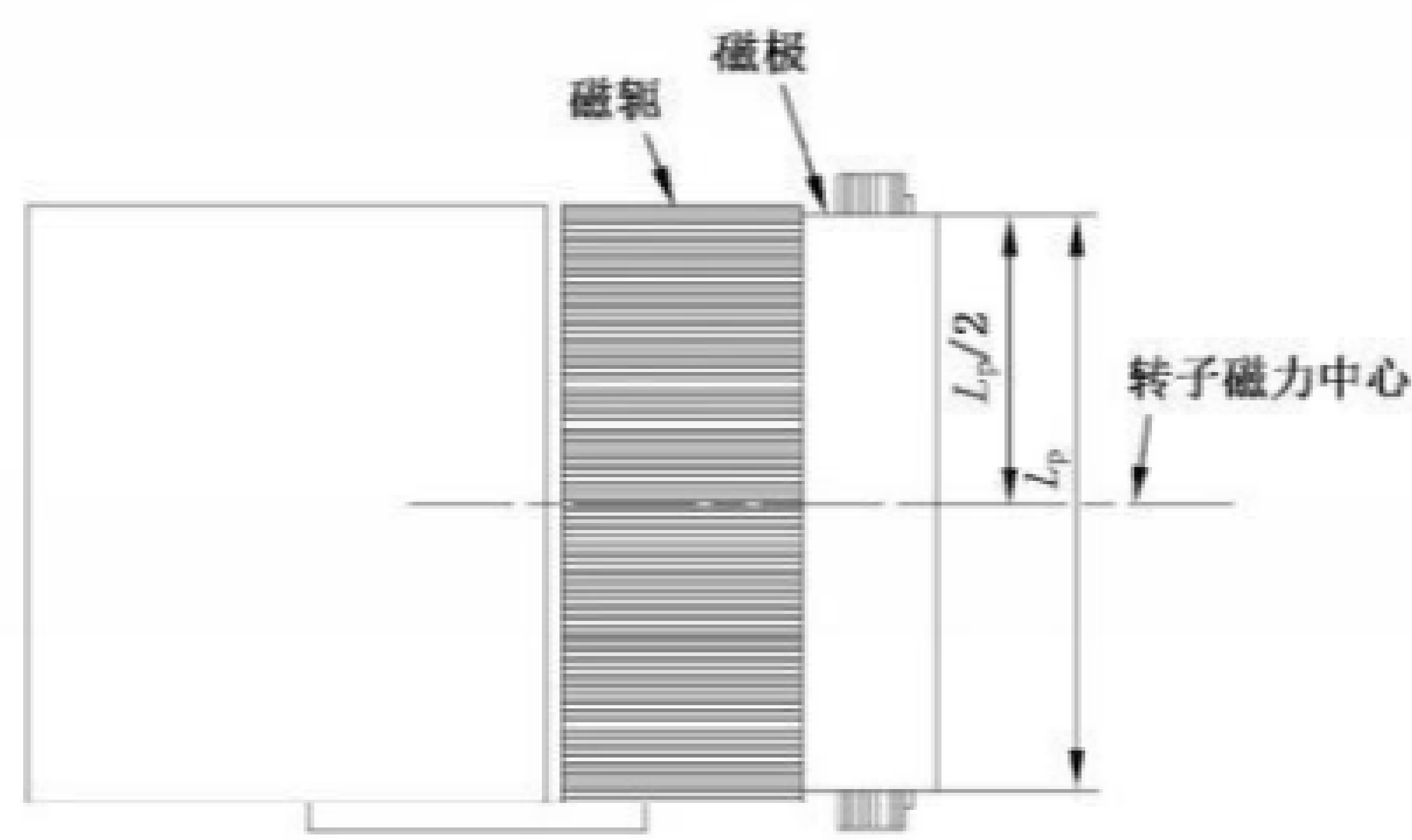


标引序号说明：
 L_s ——定子铁芯高度。

图19 定子磁力中心

4.26 转子磁力中心

转子磁力中心是转子磁极的算术平均轴向中心，见图20。



标引序号说明：
 L_p ——磁极高度。

图20 转子磁力中心

4.27 定子铁芯直径(Dsc)

定子铁芯直径是指定子铁芯的内径。

4.28 摆度

摆度是轴的几何中心与旋转轴之间的偏差，见图21。摆度的幅值等于轴几何中心绕轴旋转时产生的轨迹的直径。

摆度公差计算使用如下两个参数：

- L : 镜板表面到测量点的轴向距离；
- D : 镜板的外径。

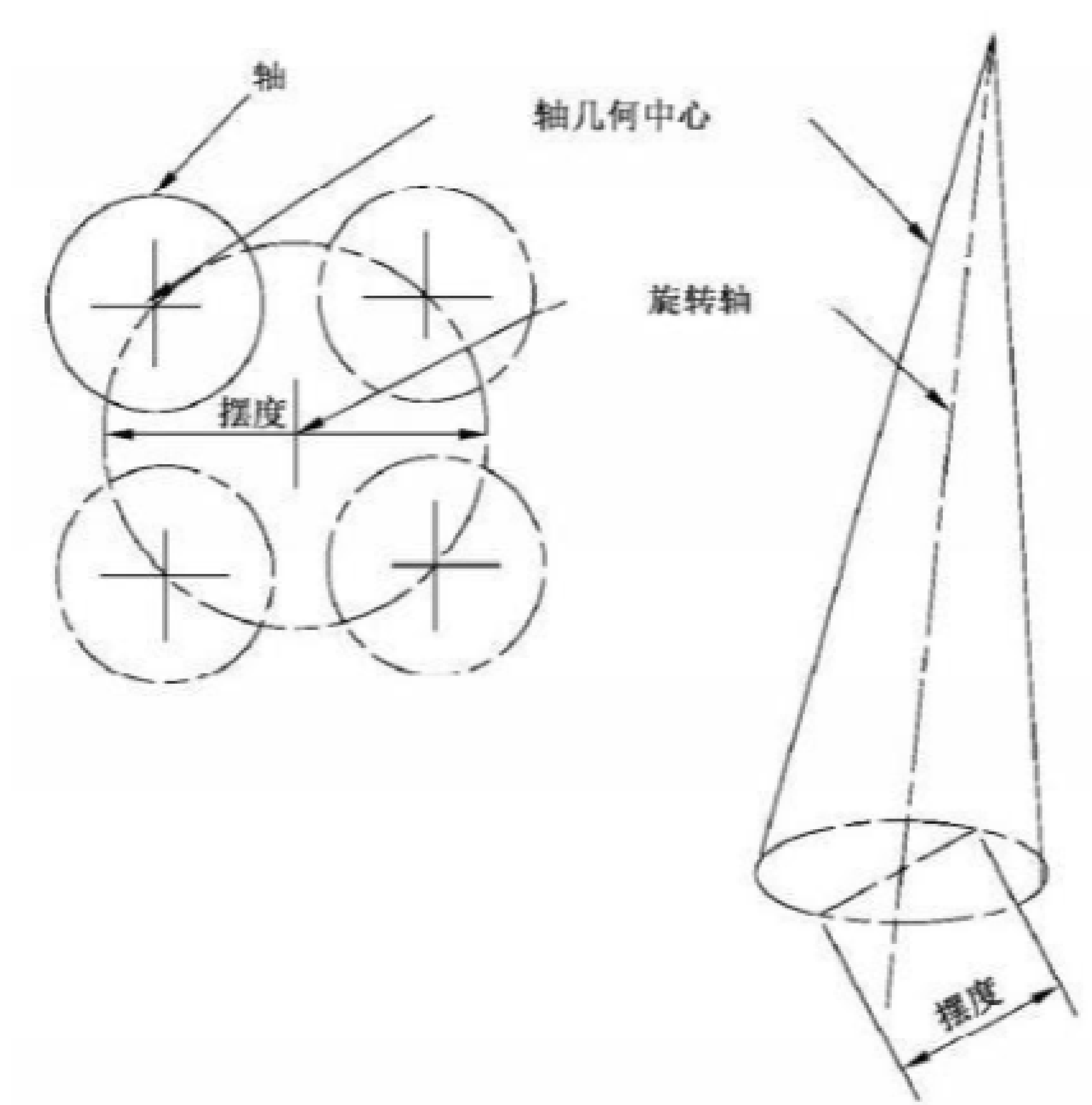


图 2 1 摆度

4. 29 轴系直线度

轴系直线度是轴系的最远两端轴颈几何中心的连线，与轴系任一位置轴的几何中心的距离偏差，见图22 .

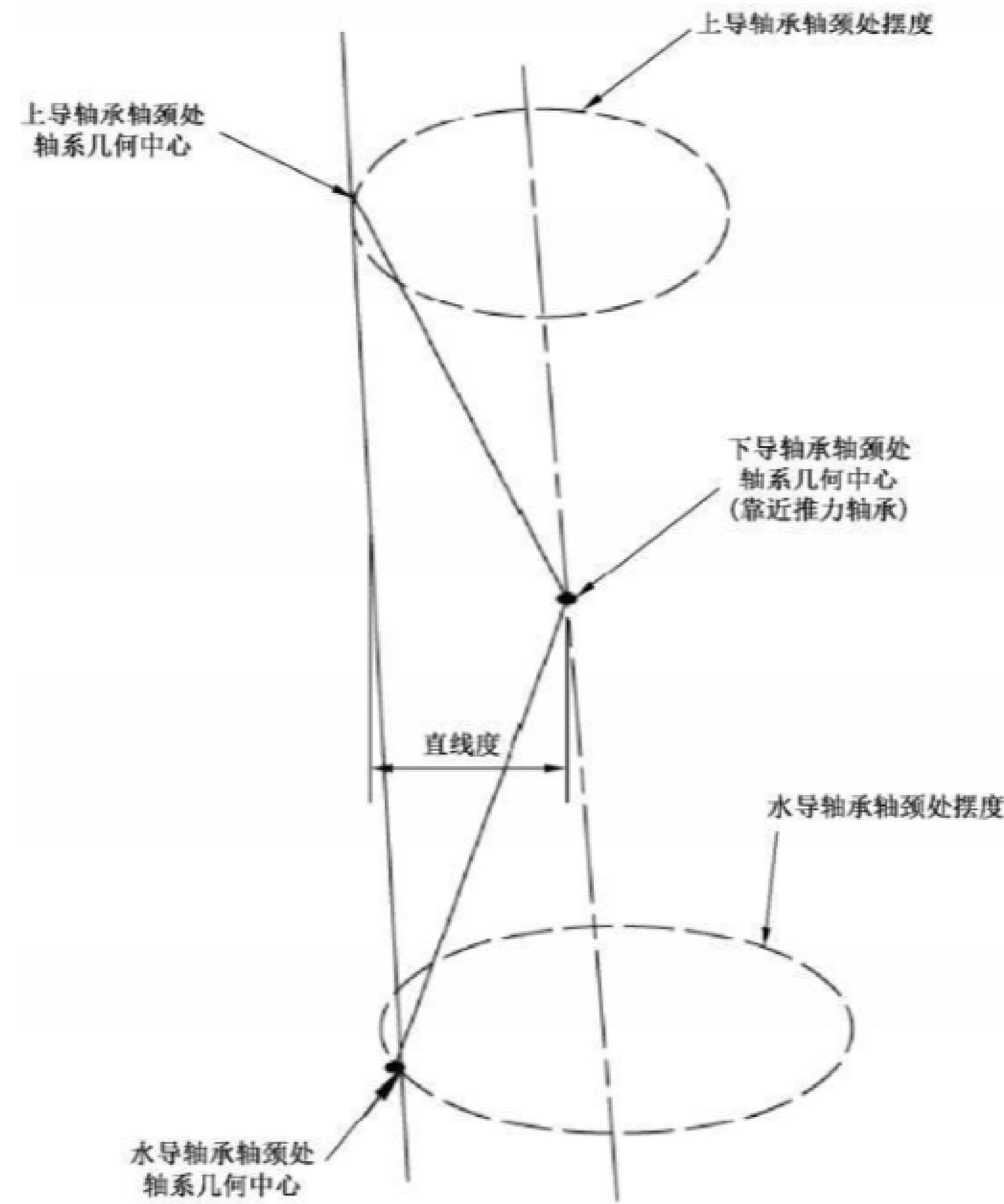


图22 轴直线度

4.30 水轮机/发电机供应商

水轮机/发电机供应商在本文件中定义为设计、制造和安装工作的承担方。

5 通用做法

在水轮机和发电机的整个安装过程中，采取预防措施是保护关键表面和部件(例如法兰、轴承、绕组等)免受焊接、打磨、切割、喷漆、灰尘、铁屑等影响的最通用做法。

当在现场焊接部件时，由于焊接应力，焊接结构都会存在变形。应注意将变形控制在可接受的范围内。

只要有可能，都宜等间距检测，以更准确地反映被测部件现状。

某个被检测的公差值，有时可同时用于检测其他公差值。例如，高程的检测数值也可用于检测水平度或平行度，或者用于检测同心度的数值也可用于检测圆度。在确定如何或选择检测时宜考虑这一点。

参 考 文 献

[1] IEC 60034-1:2017 Rotating electrical machines—Part 1:Rating and performance

[2] IEC 60034-7:2020 Rotating electrical machines—Part 7:Classification of types of constructions,mounting arrangements and terminal box position(IM Code)

[3] IEC 60050-411:1996 International Electrotechnical Vocabulary(IEV)—Part 411:Rotating machinenary

[4] IEC 60193:2019 Hydraulic turbines,storage pumps and pump-turbines—Model acceptance tests

[5] IEC 60545:2021 Guidelines for commissioning and operation of hydraulic turbines,pump-turbines and storage pumps

[6] IEC TR 61364:1999 Nomenclature for hydroelectric powerplant machinery

[7] IEC 62097:2019 Hydraulic machines,radial and axial—Methodology for performance transposition from model to prototype

[8] IEC 63132-2 Guidance for installation procedures and tolerances of hydroelectric machines—Part 2:Vertical generators

[9] IEC 63132-3 Guidance for installation procedures and tolerances of hydroelectric machines—Part 3:Vertical Francis turbines or pump-turbines

[10] IEC 63132-4 Guidance for installation procedures and tolerances of hydroelectric machines—Part 4:Vertical Kaplan or propeller turbines
