

# 汽轮机转子叶根勾槽的塞规研究

杨晓涛<sup>1</sup>,常健<sup>2</sup>

(1. 南京汽轮机(集团)有限责任公司,江苏 南京 210000; 2. 中国矿业大学,江苏 徐州 221116)

**摘要:**介绍了汽轮机转子叶根槽的样式和加工工艺方法。针对勾槽深度检验测量困难的问题,通过实例,阐述了利用尺寸链知识和光滑极限量规技术条件设计塞规的方法。

**关键词:**汽轮机;转子;尺寸链;光滑极限量规;勾槽测量

**中图分类号:**TM311 **文献标志码:**B **文章编号:**1671-5276(2020)02-0077-04

## Study of Plug Gauge for Root Slot of Steam Turbine Rotor

YANG Xiaotao<sup>1</sup>, CHANG Jian<sup>2</sup>

(1. Nanjing Steam Turbine & Electric Machinery (Group) Co., Ltd., Nanjing 210000, China;

2. China University of Mining and technology, Xuzhou 221116, China)

**Abstract:** This paper introduces the pattern and processing method of the turbine rotor blade root groove. Because it is hard to measure the groove deep, it designs a groove plug gauge which is used with the knowledge of dimension chain and the technical conditions of smooth limit gauge to measure and inspect the size of the blade root groove.

**Keywords:** steam turbine; rotor; dimension chain; plain limit gauge; blade root groove measurement

### 1 叶根槽型介绍

汽轮机动叶片是汽轮机的主要元件之一。动叶片的结构由叶顶、型线部分、中间体和叶根组成<sup>[1]</sup>。动叶片通过叶根与转子本体相连。转子本体上与动叶片叶根配合的部分结构称之为叶根槽。我公司的产品有6种大类的叶根槽形,详见图1。

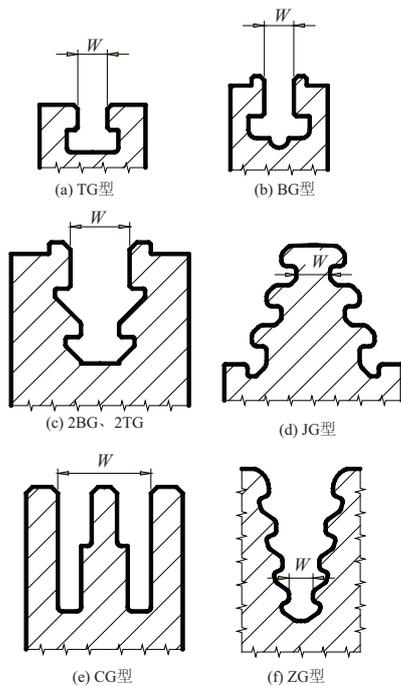


图1 叶根槽全图

1) 图1(a)所示为倒T型叶根槽的截面,该截面法线垂直于转子中心线,代号为TG(T型根的缩写)。根据喉部尺寸 $W$ 的不同分成小类。目前有TG-7、TG-8、TG-9、TG-10、TG-12、TG-14、TG-16、TG-18、TG-20、TG-23、TG-24、TG-26、TG-30、TG-34、TG-40、TG-50共16个小类。每个小类因为其他尺寸的不同分成不同的个体,如TG-9(1)、TG-18-1等。这类槽多用于高中压级,在汽轮机转子中广泛存在,采用车削的工艺方法加工而成<sup>[2]</sup>。

2) 图1(b)所示为外包倒T型叶根槽的截面,该截面法线垂直于转子中心线,代号为BG(外包型根的缩写)。根据喉部尺寸 $W$ 的不同分成小类。目前有BG-7、BG-8、BG-10、BG-11、BG-12、BG-14、BG-16、BG-19、BG-22、BG-24共10个小类。每个小类因为其他尺寸的不同分成不同的个体,如BG-14(1)、BG-16-1等。这类槽多用于高中压级中的中压部分,在汽轮机转子中应用广泛,采用车削的工艺方法加工而成。

3) 图1(c)所示为双倒T型叶根槽的截面,该截面法线垂直于转子中心线,代号为2BG、2TG(2层根的缩写)。根据喉部尺寸 $W$ 的不同分成小类。目前有2BG-20、2BG-28、2BG-34共3个外包小类和2TG-30共1个倒T型小类。每个小类因为其他尺寸的不同分成不同的个体,如2BG-20(1)、2BG-34-2、2TG-30(1)等。这类槽多用于低压级,在大功率机组的低压部分广泛存在,采用车削的工艺方法加工而成。

4) 图1(d)所示为菌型叶根槽的截面,该截面法线垂直于转子中心线,代号为JG(菌型根的缩写)。根据喉部尺寸 $W$ 的不同分成小类。目前有JG-14、2JG-11.12、

第一作者简介:杨晓涛(1984—),男,山东海阳人,工程师,学士,主要从事各型汽轮机转子机械加工工艺文件的编制,设计相应的工艺装备。

2JG-16、3JG-14、3JG-16、3JG-16.05、3JG-17.53、3JG-21.23、3JG-25.6、3JG-26、3JG-27.94 共 11 个小类。每个小类因为其他尺寸的不同分成不同的个体,如 2JG-11.12-1 等。这类槽多用于调节级、高压级,在大功率机组以及反动式转子的高压部分广泛存在,采用车削的工艺加工而成<sup>[3]</sup>。

5) 图 1(e) 所示为叉型叶根槽的截面,该截面法线垂直于转子中心线,代号为 CG(叉型根的缩写)。根据喉部尺寸  $W$  的不同分成小类。目前有 2CG-30、2CG-44、2CG-49、3CG-51、3CG-65.5、3CG-82.5、3CG-97.5、3CG-107、4CG-97.5、4CG-129.5、5CG-147、5CG-150 共 12 个小类。每个小类因为其他尺寸的不同分成不同的个体,如 3CG-65.5A、3CG-65.5L、3CG-82.5(1) 等。这类槽多用于小功率机组的套装叶轮的末级或者次末级以及大功率机组的调节级,采用车削的工艺方法加工而成<sup>[4]</sup>。

6) 图 1(f) 所示为枞树型叶根槽的截面,该截面法线与转子中心线不垂直,代号为 ZG。根据喉部尺寸  $W$  的不同分成小类。目前有 3ZG-12、3ZG-15、3ZG-18、3ZG-21、3ZG-25、4ZG-30 共 6 个小类。每个小类因为其他尺寸的不同分成不同的个体,如 3ZG-12-W、3ZG-18-P、4ZG-30-T 等。这类槽多用于大功率汽轮机的低压转子以及反动式汽轮机的转子。由于截面法线不垂直于转子中心线,所以采用铣削的工艺方法加工而成。

本文关注的是 TG 和 BG 以及 2BG、2TG 型叶根槽车削中的勾槽深度尺寸控制,现以 BG-14-2 槽为例来进行介绍。

图 2 是 BG-14-2 型叶根槽截面详图。此槽加工的工艺过程是:①粗开直槽宽 13 深 29。②精加工直槽,保证直槽靠近基准面的一个侧面到基准面的轴向尺寸,用勾头分厘卡测量。③精加工直槽的另一个侧面保证尺寸  $14^{+0.15}_{-0.1}$ ,可以用塞规或者量块测量。④勾车两侧勾槽,保证深度尺寸  $7.5^0_{-0.1}$ 。⑤勾车两肩部及内倒角,保证尺寸  $19^{-0.12}_{-0.24}$ ,可以用卡板或者勾头分厘卡测量。⑥车槽底填隙条圆弧  $R4.5$ ,用深度尺测量。⑦车外倒角。

要检验工序④中深度尺寸  $7.5^0_{-0.1}$ ,需要设计一类特殊的量具来进行测量。该类尺寸称之为勾槽深度,用来测量这个尺寸的量具,称为勾槽塞规,如图 3<sup>[5]</sup>。

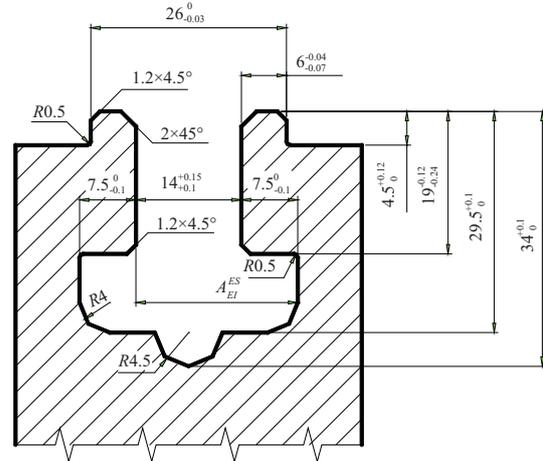


图 2 BG-14-2 叶根槽截面图

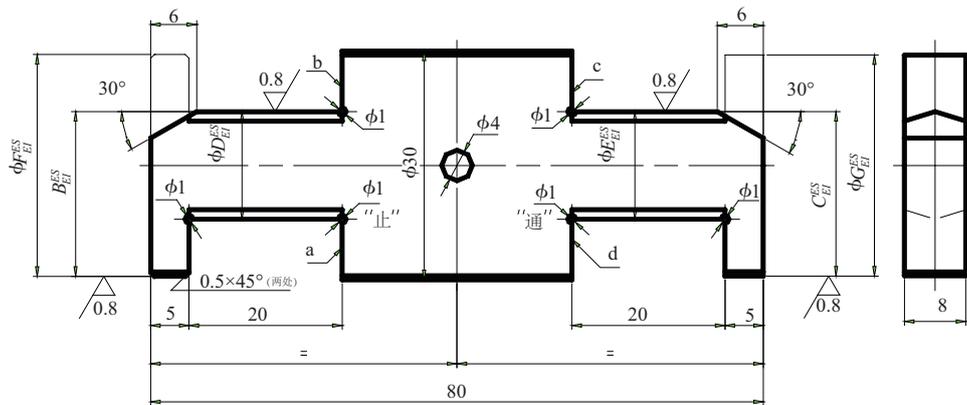


图 3 勾槽塞规初设图

## 2 尺寸链知识介绍

尺寸链:在机器装配或零件加工过程中,由相互连接的尺寸形成封闭的尺寸组<sup>[6]</sup>。

环:列入尺寸链中的每一个尺寸。

封闭环:尺寸链中在装配过程或者加工过程最后形成的一环。

组成环:尺寸链中对封闭环有影响的全部环,这些环中任一环的变动必然引起封闭环的变动。

增环:尺寸链中的组成环,由于该环的变动引起封闭

环同向变动。同向变动指该环增大时封闭环也增大,该环减小时封闭环也减小。

减环:尺寸链中的组成环,由于该环的变动引起封闭环反向变动。反向变动指该环增大时封闭环减小,该环减小时封闭环增大。

完全互换法计算方法:封闭环的上偏差等于链中所有增环的上偏差之和减去所有减环的下偏差之和;封闭环的下偏差等于链中所有增环的下偏差之和减去所有减环的上偏差之和<sup>[7]</sup>。

如图 2 中尺寸  $14^{+0.15}_{-0.1}$ 、 $7.5^0_{-0.1}$ 、 $A_{EI}^{ES}$  形成了尺寸链。尺寸  $7.5^0_{-0.1}$  是最后工艺过程中最后形成的一环,所以是链中的



